自组织生命哲学

DUAN YONG

段勇／著

中国农业科学技术出版社

内容提要

本书是一本研究生命哲学的学术专著，应用系统科学的理论揭示生命的定义和本质，寻找非生物进化、生物进化和社会进化的统一性，提出全新的广义进行理论。

本书对于生命科学论坛一些长辩不衰的话题（如生命的起源、纳米机器人、超级人工智能、广义进化等）都有很好的阐释。全书共分三篇，第一篇论述生命哲学的系统论基础，以正反馈为核心提出一系列新观点。第二篇应用系统科学的理论对生命进行准确定义，揭示生命的本质、并分析非生物进化、生物进化和社会进化的统一性，探讨生命和人生的意义。第三篇研究广义进化和人工智能，提出广义繁殖、广义生长发育、广义变异等一系列新概念和新理论，以全新的视角重新理解文化和文明，最后探讨未来进化——人工智能对人类的意义和威胁。

责任编辑 莫小曼



定价：20.00元

生命哲学

DUAN YONG
段勇／著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目（CIP）数据

自组织生命哲学/段勇著．—北京：中国农业科学技术出版社，2009.1
ISBN 978-7-80233-634-6

Ⅰ．自…　Ⅱ．段…　Ⅲ．生命哲学　Ⅳ．B083

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 193212 号

责任编辑　莫小曼
责任校对　贾晓红　康苗苗

出 版 者　中国农业科学技术出版社
　　　　　北京市中关村南大街 12 号　邮编：100081
电　　话　（010）82109704（发行部）（010）82106630（编辑室）
　　　　　（010）82109703（读者服务部）
传　　真　（010）82106636
网　　址　http：//www. castp. cn
经 销 者　新华书店北京发行所
印 刷 者　北京富泰印刷有限责任公司
开　　本　850 mm×1168 mm　1/32
印　　张　11. 25
字　　数　280 千字
版　　次　2009 年 1 月第 1 版　2009 年 1 月第 1 次印刷
定　　价　20. 00 元

序　言

段勇撰写的《自组织生命哲学》在广义进化论的背景下，以正反馈为核心，探讨进化的动力、生命的本质、遗传和变异、生物遗传和文化遗传、人工智能和人类命运，提出了不少引人入胜的新观点和发人深省的新问题，是一本值得一读的好书。作者在系统科学和系统哲学领域读书甚广，学习和研究已有数年；思路清晰，思想敏锐，大胆怀疑，勇于创新。故能发人之未发，想人之未想，道人之未道，预人之未预。本书的出版定能激发更多的青年学子学习、研究和讨论这些观点和问题，并推动系统科学和系统哲学在中国的传播和发展。

作者研究的基础是科学和工程，因此在撰写这本哲学书籍时采用了定义、定理、推论和假说这种科学构成的体例，这在中国当代哲学界当属首创。应当说，这是比较严谨的方法，特别是在系统科学十几门新型学科的许多名词歧义纷争、难有定论的学术环境下。至于这些专名的定义是否准确，作者推理是否严格，结论是否可靠，那肯定是可以进一步探讨和论争的问题，但不管怎样，这对学科建设肯定是有帮助的。

对系统科学以往研究和应用的重点都在负反馈上，忽视正反馈，甚至错误地认为正反馈都是起破坏的作用。作者从根本上做了纠正，进而论证正反馈是宇宙起源、生命进化、社会进化贯穿始终的机制，起决定作用的机制，并得出结论说："有了正反馈，进化的世界观才能成立，才能战胜热力学第二定理引导的退化的世界观"。这样，作者就把"正反馈"提到前所未有的高度，这是本书最大的一个理论亮点。就概念本身而言，"反馈"、"正反馈"和"负反

馈"最早是通信－控制系统理论采用的概念,仅限于利用反馈信息达到最优控制这样一个单一目的,即只用于信息流。后来有生物控制论、经济控制论、社会控制论的出现,但仍然偏重于研究在这三类系统中信息的流动,以及如何利用反馈信息达到稳态控制。本书将"正反馈"的作用提到前所未有的高度和广度,确定为贯穿广义进化各个阶段的推动机制,相应地将"正反馈"概念确定为统一系统科学十几门学科的核心概念,也就是说将"正反馈"泛化用于信息流、能量流、物质流、人流、商品流、资金流、意识流等一切流体,这就需要做更严密的论证和更深入的讨论。

本书对生命的本质和生命的定义做了比较全面和比较深刻的研讨,特别是对历史上有影响的各派理论做了清晰的梳理。确实,"生命的本质"、"生命的定义"在当代重新成为一个科学争论问题是有道理的,因为分子遗传学揭开了生命的核心秘密,发现了生命系统中生物遗传信息流动的中心法则。在这之后,如果我们的认识还停留在19世纪恩格斯的定义"生命是蛋白体的存在方式"上,那就不够了。本书这部分讨论甚详,最后落脚在作者提出的生命的定义:"生命就是一种具有特殊结构的大分子物质,这种结构使它具有在自然条件下通过自复制等正反馈运动维持自身结构存在的功能"。这显然是一种"广义生命"的定义,可以适用于未来可能的"人工生命"、"纳米生命",甚至"地外生命"。可是,地球上现有的"狭义生命"的定义是什么呢?可惜作者没有做这样的区分和分别的定义,这就留下了继续研究和有待阐明的空间。

生物遗传信息流动的中心法则的发现,启发我们重新认识文化,以及文化在社会系统中的地位和功能。近年不少学者都不约而同地提出"文化遗传基因"概念,这显然是一个非常重要的研究方向。可喜的是,本书作者也沿着自己的思路和本书的逻辑结构投入了这个方向的研究。作者从波普尔的"三个世界"理论切入,即第一世界是"物理客体或物理状态的世界",第二世界是"意识

状态或精神状态的世界”，第三世界则是“思想的客观内容的世界，尤其是科学思想、诗的思想以及艺术作品的世界”。进而作者提出自己的观点：“文明与文化基因是两个不同的概念，它们的关系类似于表型与遗传物质的关系。文化基因与生物的遗传物质是对应的，是广义的遗传物质；文明与表型是对应的，可称为广义的生命系统或广义表型”。这足以启发我们，在21世纪用分子遗传学的模型、概念和观点研究文化，揭示文化的本质，以及在社会系统中的核心单位，和所起的决定性的作用。

本书最后部分讨论人工智能。根据国外学者的理论，作者指出，只要“计算速度不断提高，人工智能就可以无限制地进化”，因此，“人工智能可能会因为我们无法了解的原因而灭绝人类”，特别是微小的纳米机器人的无限繁殖，它们有可能造成人类的灭亡。“未来世界很可能是机器人与半机器人共存的世界”。这是一幅可怕的远景，但从理论上推断又几乎是必然会出现的。除了作者上面的推断之外，我还愿意补充说，随着太阳逐步退化成红巨星、白矮星或黑洞，地球终究会逐步变得完全不适宜人类居住，到那时人类文明不管是继续留存在地球上，还是迁移到若干光年以外的其他星系的行星上，恐怕都只能以机器人文明的方式。在这个事关人类命运的问题上，作者是个乐观主义者。他在书中列举出种种理由，供读者思考和争论。

最后，对段勇在书中提到前些年的“系统热”和现在的“系统冷”，我愿借此机会简单谈谈自己的看法。我们通常把相对论、量子力学、分子遗传学和系统科学看作20世纪科学革命的四项伟大成果。欧美在20世纪60年代、70年代出现系统运动的高潮，中国晚20年，在80年代、90年代出现，且多是翻译、介绍人家的成果，或做一些引申发挥，鲜有独创的成果。这种“系统热”当然也就20年。这以后就进入常规发展期，需要有人做更深入、更细致的工作，多做实际应用性的工作。不可能永远高潮和永远热，任何

科学革命乃至社会革命不都是这样吗？这是正常的，不足为怪。

同时，我们应当充分认识系统运动或系统热的成果。毕竟科学发展成两个维度了，一个是研究物质实体的十几门传统学科，另一个是研究关系的十几门系统科学学科。系统科学的主要对象是复杂大系统，传统科学对它们无能为力，而现在我们可以通过在电脑上做系统模型来研究了。目前，研究气象、环境、资源、社会、经济、金融、大脑等，不都是这样吗？系统科学提供了新的思维方式，现在中国的管理人员和知识分子多数采用系统思维方式，而不再采用找矛盾搞斗争的辩证思维方式，这就是了不起的进步。在中国应用最广，起作用最大的几个概念"开放"、"改革"、"稳定"、"环境"、"宏观调控"、"和谐"等，寻根问底，都是来自系统科学。用系统科学的方法、模型、概念去探讨科学给不出答案的哲学问题，就发展出系统哲学，它极大地丰富和发展了马克思主义哲学。

我衷心希望有更多像本书作者段勇那样有爱好、有志向、有才华的中青年学者投入系统科学和系统哲学的教学和研究，继续推动这些新型学科在中国稳步向前发展。

中国社会科学院哲学所研究员　闵家胤

2008.12.09

前　言

基础理论的意义

理论有两种:实证理论和规范理论。实证理论的作用是解释世界,回答"是什么"和"为什么"的问题;规范理论告诉我们应该怎样改造世界,解答"怎么办"的问题,也就是决策的问题。实证理论不能提供决策,但可以帮助我们预测,预测是决策的基础,预测的准确性提高可以使决策优化的程度提高。

实证理论包括基础理论和应用理论。每个初中学生都知道几何学有一个严密的理论体系——从一些基本的定义和公理开始,一步一步地推导出一系列的定理和推论。其他学科也是一样,也需要建立起这样的理论体系。我们的理论大厦需要一些基本的概念作为基础,很多推理都要用到这些基本概念,生命也是这样的基本概念。现在大多数学科的理论体系都没有那么完整,科学家们每天在做的工作就是不断完善这些理论体系。

但是现在多数科学家的成果都是在修缮大厦的上层部分,对于基础理论的修缮工作进展比较慢,所以国家通过各种措施鼓励基础理论研究。基础理论如果有错误,会导致应用理论出现一系列的错误,而基础理论的变革会带来应用理论的一系列变革。例如牛顿定律、达尔文进化论、马克思的剩余价值理论都是基础理论,会对科学的发展和社会的发展产生巨大的影响。

系统学

著名科学家钱学森曾提出建立系统学的任务,并作出了可贵的探索,但到现在为止,系统学还没有建立起来。后来又有了非线性系统理论、复杂系统理论、自组织理论和广义进化等新学科,其实,这些理论所研究的内容都是大同小异,而且都一直举步维艰。我非常希望我的研究能在这方面起到积极的推动作用。我们日常见到的非线性系统、复杂系统和自组织系统主要就是生物和社会组织,所以研究这些理论主要就是研究生物和社会组织,这些内容主要应该从系统学的角度进行研究。

系统学研究的是什么呢?如果说系统学研究的是系统的特征、属性和规律,那么可以说几乎所有的科学都属于系统学,因为除了基本粒子之外所有的物质都是系统,这样说系统学就没有意义了。如果说系统学要研究属于所有系统而不是属于一部分系统的特征和规律,那么物理学也研究所有物质的特征和规律,当然包括所有系统,那么系统学和物理学有什么区别呢?闵家胤认为:"近代兴起的原子论-还原论的方法总是寻找组成对象的相同的物质实体(如同样的分子、原子),把它们作为差异的共同基础。反之,现代系统论的方法则是寻求对象相同的组织结构和过程中组织性的不变性,然后为这些异质同型(同构)的对象建立相同的系统模型"(闵家胤,1999)。

所以,系统学应该以系统的结构为主要研究对象,用结构的差异来解释不同系统的差异,结构决定功能。现代系统科学的研究成果已经向我们展现了这种研究的重要意义,尤其是对非生物系统、生物系统和社会系统的结构研究表明,它们的共性和个性与它们结构上的特征有非常关键的联系。进一步的结构研究,尤其是反馈结构的研究可以解开生命之谜,可以找到社会发展的规律,可

以用一条线把非生物进化、生物进化和社会系统的进化联系起来。

过去大家都希望分子生物学可以帮助人们理解生命的本质，然而，在分子生物学革命之后的很长一段时间，主流哲学家和生物学家们似乎完全忽视了生命本质的问题。从20世纪50年代以后，生物学家和哲学家几乎都避而不谈这个问题。生物学家感到这个问题太“哲学”，因而把它当作是一个哲学问题，不是一个科学问题。另一方面，哲学家可能感到这个问题“太科学”，因此把它主要看作是一个科学问题，而不是一个哲学问题（李建会，2002）。

那么生命本质的问题到底是科学问题还是哲学问题呢？我认为生命本质的问题是系统问题。它是科学问题，但不属于生物学；它是哲学问题，但不属于本体论、认识论和辩证法。

老三论和新三论的地位

一般系统论、控制论和信息论被称为是老三论，耗散结构理论、协同论和突变论被称为是新三论，在20世纪80年代它们都受到国人的极度崇拜。但狂热过去以后，人们倍感失望，系统热变成了系统冷。这六个理论之间究竟有什么关系？在方法论中各占什么地位？最终没人能说清楚，人们发现这些理论似乎浪得虚名，没有什么实际作用。

金观涛说：“一般系统论、控制论、信息论、耗散结构理论、协同论和突变理论都从各自不同的角度来研究组织系统，至今没有统一。除了它们的侧重点有所不同外，还有一个重要原因，就是在有关组织和整体的思想中，各有关理论内部和理论之间缺少某些重要的环节，而其中最重要的就是缺少对组织内部演化动力的研究环节。只有结合更深入的哲学思考，从社会科学和自然科学更广泛的领域中汲取营养，才能升华出新的概念。”（金观涛，2005）

老三论和新三论除了缺少某些环节之外，在对一些最重要、最基本的问题的叙述上也有不少欠缺和错误。本书第一篇将针对这些问题提出以反馈为核心的一些新概念和新观点。例如，普里高津认为“非平衡是有序之源”，但我认为，对于能量来说，非平衡既不是形成有序的充分条件，也不是必要条件。再如，波尔兹曼原理常常与事实矛盾，隐藏在这些矛盾背后的是世界进化的真正动力，这种动力正是世界不会走向热寂的原因。

一般系统论最主要的作用其实只有两点，一个是提出用系统的眼光看待事物，要看到物质的结构，二是认为结构决定功能。但后面这个观点在一般系统论中并不明确，也没有被世人普遍接受。控制论的作用是阐明了负反馈的作用；耗散结构理论、协同论和超循环理论为正反馈的提出创造了条件，但它们最终没有明确阐述正反馈的概念和作用；而本书认为突变论对于系统学和方法论没有什么意义。自组织、超循环和广义进化等理论都没有解决生命本质的问题，超循环理论获诺贝尔奖30年以后，克拉默还认为它不是对进化的解释，郝柏林院士也认为生命之谜还没有解开。这层窗户纸至今仍然被当成是一堵高墙。

另外，广义进化理论的出现也是现代西方理论的一项重要成果，一方面广义进化各个阶段的共性主要是系统结构的共性，各个阶段的差异主要来自于系统结构的差异。所以广义进化理论可以看作系统理论的应用。另一方面，广义进化主要是生物的进化和人类社会的进化，非生物进化的内容相对较少，人类社会是广义的生命体，所以广义进化理论是生命哲学的一部分。但现在西方的广义进化理论还只是一个框架，没有形成一套完整的理论。

老三论和新三论都是20世纪70年代以前的事情了，在那以后的30多年中，很少再有与这些成果相提并论的理论出现了。复杂系统理论研究虽然也很热，但至今少有突破性的进展。

哲学的发展更令人失望。改革开放以后，国人以为西方一定

有真正的哲学。在西方的哲学和方法论中找到了一些东西之后就顶礼膜拜。其实西方这几十年中哲学根本没多少进步，方法论也只有一些零零碎碎的东西。但是国人觉得在科学技术飞速发展的时代，哲学和方法论的发展怎么能慢得了呢？系统冷持续了近20年以后的今天，在国人心中西方哲学头上还是有一道神秘的光环，认为其中一定有深奥的、我们还没法理解的道理。

总之，人们看见了一道道曙光，但朝思暮想的太阳始终不肯露面。它在等什么？

有一次孔子对他的学生子贡说："赐也，汝以予为多学而识之者与？"对曰："然，非与？"（子贡呀，你以为我是多学多记的人吗？"子贡说："对呀，难道不是这样吗？"）子曰"非也，予一以贯之。"现在自组织、超循环和广义进化等理论不能继续发展的原因就是不能一以贯之。那么用什么概念才能一以贯之呢？我认为这个概念就是反馈。本书的内容就是以反馈为核心把自组织、超循环和广义进化等理论的核心内容贯穿起来并丰富发展，形成了比较完整的自组织理论、生命哲学和广义进化理论。老三论和新三论中用到的一些概念缺少准确的定义，例如，结构、信号、不可逆等，本书对这样一些概念尽可能给出准确的定义。

门派之分

中国知名文化思想家、清华大学教授何兆武提出："学术只有对错、精粗、高下之分，没有中西之分。"这样说来，也不应该有门派之分。

这种说法也对，也不对。从长期来说，真理只有一套，所以不应该有门派之分。但从短期来说，一个人群不可能穷尽所有真理，一定是你看到了这一些，我看到了那一些，它们之间虽然应该是互相补充的，但有可能暂时还没有认识到互补的具体方式；而且一个

人群所提出的理论也有对、有错。这里说的短期,并不是指一两年或者几十年,而可能是几百年甚至数千年。这样一来,门派之分就不可避免了。但是由于真理只有一套,所以各个门派的理论必然是互相关联、互相渗透、互相影响、互相促进的。著名化学家温元凯曾提出建设国际第一流的我国自己的学派,我尤其希望在我国科学工作者的共同努力下,形成国际第一流的我国自己的系统科学和社会科学学派。

致谢

在本书的写作过程中得到中国社会科学院哲学所闵家胤研究员的指导,还得到了中国农业大学工学院的领导、车辆与交通工程系的领导和很多老师的支持帮助,冯长宏和李真芳提出了宝贵的修改意见,本书的写作和出版得到段春和常鹏的资助,还有其他很多人的支持,在此一并致以真挚的感谢。

由于水平有限且时间仓促,书中一定有很多错误和疏漏之处,请读者朋友们批评指正。

段　勇

2008 年 12 月

目　　录

第一篇　系统自组织

第二篇 揭开生命之谜

第三篇 广义进化

第一篇

系统自组织

第1章　结构决定功能

定义：

1. 狭义结构：物体之间或系统各部分之间的空间位置关系。(1.1)

2. 广义结构：物质系统比较稳定的属性。(1.1)

3. 运动：物质结构关于时间的函数。(1.1.2)

4. 生物的生存：就是生物系统的复杂结构处于稳定的状态。(1.1.4)

5. 生物死亡的第一个含义：生物系统的稳定状态发生了很大的变化，生物的复杂结构变成了简单结构、生物的主要功能消失。(1.1.4)

6. 生物死亡的第二个含义：生物的复杂结构变成简单结构过程的开始。(1.1.4)

7. 自觉的行为：以预测为基础的行为。(1.2.3)

8. 盲目的行为：不以预测为基础的行为。(1.2.3)

2.4)

9. 广义的动力：事物运动变化的原因。(1.2.4)

10. 原因：属于同一事件的多个现象中，在预测时能够了解（包括观察、联想）的现象。(1.2.4)

11. 结果：属于同一事件的多个现象中，预测时不能了解，必须通过逻辑推理才能了解的现象。(1.2.4)

定理：

1. 时间的推进就意味着结构的变化。(1.1.2)

2. 结构决定功能定理：一个系统的特定的结构A必然与一个特定的功能集合B对应。若任意两个系统的结构相同时，它们的功能一定相同，即当 $A_i = A_j$ 时，必然推出 $B_i = B_j$（i 和 j 是自然数）。(1.2.1)

定理：

推论1：如果两个系统功能不同，那么它们的结构或成分一定不同。(1.2.1)

推论2：人的生理状态（饥饿、生病等）和心理状态决定人的行为能力。(1.2.2)

推论3：管理水平决定组织的效率。(1.2.2)

推论4：后勤决定战斗力。(1.2.2)

3. 人类认识世界的主要方法是寻找物质系统的结构特征与功能之间的对应关系，然后通过观察系统的结构来预测系统的功能。(1.2.3)

4. 人类改造世界的方法是寻找物质系统的结构特征与功能之间的对应关系，然后改变物质的结构以获取人需要的功能。(1.2.3)

1.1 重新认识结构

结构是我们经常使用的一个概念，似乎不需要讨论，但是细究起来就会发现大家对结构的理解还是有很大差距的。所以我们首先给结构下一个严格的定义。

定义：狭义结构是物体之间或系统各部分之间的空间位置关系。

结构总是与功能相对应，任何一种物质都具有多重功能，功能是一个广义的概念，我们平时说的属性、性能、性质、性状、特征都是物质的功能。

物质的功能一般都体现在相互作用中。有些相互作用发生后，物体的结构没有改变，比如说两个小球相撞后，小球还是老样子，而有些相互作用会改变物体的结构，两辆汽车撞一块，结构会发生改变，而且结构改变以后，性能也变了，不能再行驶了。再比如，氢气和氧气反应也是一种相互作用，反应后物质的结构和功能都发生改变，不再是氢气和氧气了。

几乎所有的物理运动和化学反应都是物质之间的相互作用，而且大部分相互作用都会改变物质的结构和功能。简单的物质相互反应可能变成复杂的物质，例如氢气和氧气反应变成水。复杂的物质相互反应也能变成简单的物质，不管是糖、脂肪还是蛋白质氧化以后都会变成简单的小分子物质。如果复杂的物质相互作用中不包含正反馈和负反馈，属于随机的相互作用，那么绝大部分相互作用的结果都是使物质结构简单化。

结构这个词可以作广义的理解。

定义：广义结构是指物质系统比较稳定的功能。

广义结构包括空间、广延之外的很多系统功能，例如组织制度和买卖关系等。稳定与不稳定是相对的。功能有时显现，有时不显现，是否显现与条件有关。所以如果两个系统或同一个系统在不同时间有不同表现，这时不能马上断定它们具有不同的功能。例如发动机在高原功率下降了，你不能马上断定发动机有问题需要修理，因为这往往是高原大气压力低造成的。也就是说，现象不同时，但功能可以是相同的，功能会随条件变化改变显现的形式。

一般来说，结构的显现对于环境条件的依赖程度较少，发动机的功率虽然可以改变，但结构在高原和平原没有明显的变化。所以结构是比较稳定的功能，我们后面再提到功能一般都指结构之外的其他功能。因为结构比功能稳定，对人来说易于操作，所以结构比功能更重要。结构的含义明确之后，我们就可以梳理一下我们经常使用的一些概念，看看它们与结构的关系。我们会发现数量差别、成分差别和意识的差别其实都是结构差别，时间表示结构变化，生物和社会组织是特殊结构的系统。

1.1.1　数量和成分差别的本质是结构差别

人们把很多事物的差别归结为数量的差别，其实，数量差别的本质是结构差别。例如，氢原子中有一个质子、一个电子、一个（两个或没有）中子，氦原子中有两个质子、两个中子和两个电子，

所以氢原子与氦原子的差别似乎是质子、中子和电子数量的差别。其实,可以把氢原子也当成有两个质子、两个中子和两个电子,只不过这两个质子是分离的,两个中子、两个电子也是分离的。自然界中基本粒子的数量无穷大,所以任何数量的差别都是局部的,从整个自然界来看只存在结构的差别,不存在数量的差别。

人们一般认为,不同系统之间既有结构的差别,也有成分的差别。例如生物体内含有蛋白质、核酸等有机物,非生物系统一般没有这些成分。其实成分和结构可以说是两个问题,也可以说是一个问题。因为有机物和无机物都由一百多种元素组成,而所有的元素由质子、中子和电子组成,因此从这个意义上说,任何物质的成分都是一样的,不同系统之间只有结构的差别,没有成分的差别。

1.1.2 时间表示结构变化

为了说明时间的本质,我们首先分析两个场景与时间的关系。场景1:在一个教室里面有两个人;场景2:在教室里面有一个人,另一个人在教室外面。这两个场景的差别是什么呢?显然是结构差别。然后我们看时间关系,如果两个人约好8时在教室见面,然后到8时的时候两个人都来到教室,就出现了场景1。但是如果一个人准时来到教室,而另一个人迟到,8时时就会出现场景2。所以我们可以说,同时是一种结构关系,先后是一种结构关系的变化。

定理:时间的推进就意味着结构的变化。

我们有时说:"让时间凝固","锁定这个瞬间",其实凝固和锁定的并不是时间,而是结构。那么静止是结构变化吗?静止当然不是结构变化,但世界上不存在绝对的静止。物质的所有运动、变化都是结构变化。时间的推进就意味着系统的运动。结构变化包括狭义结构的变化和广义结构的变化。

定义:**运动**就是物质结构关于时间的函数。

系统各部分之间的运动不协调是一种结构性的错误，不协调会降低系统的功能。例如，文艺演出时，灯光、布景、道具、摄像要与演出同步，如果灯光在演出时不亮，演完才亮，这就是改变了应有的结构，这种结构变化自然会产生功能变化，即演出失败。人是群体或组织的组成部分，人的行为与其他人之间不协调，也会降低系统的功能。例如，迟到是一种结构性的错误，迟到会改变系统的功能。

需要注意的是，运动是结构变化，结构变化不是结构本身，就像马的白色不是马，人的行为不是人一样。

埃里克·詹奇把时间所表示的结构变化内容称为过程结构，把空间结构称为构件结构（埃里克·詹奇，1992）。这样区分表明他注意到了时间与结构的关系，这是对的，但过程结构这个词容易造成概念的混乱。过程就是指运动变化的过程，没有必要使用过程结构这个词。时间的本质是表示结构变化，时间本身不是结构。结构是空间结构，增加了过程结构这个词之后，会让人以为结构既能指空间结构，又能指空间结构的运动变化了。

过程结构其实是一种比喻，在人的头脑中，时间可以表示为一个坐标轴，先后发生的两件事可以同时表示在时间坐标上。这种表示方式把时间关系变成了空间关系，于是詹奇就把运动变化的过程比喻为结构。但詹奇没有意识到这是一个比喻，即使意识到了也没有说明，然后郑重其事地把过程结构当成一个新的概念提出来。很多科学概念最初都是来自于比喻，但新名词产生以后不是都能广泛应用变成科学概念。如果用起来不方便，甚至会造成混乱，就必须放弃。

1.1.3　意识差别是结构差别

说意识的差别是结构差别，你恐怕很难接受。但要是说计算机程序的差别是结构差别，你应该能同意吧？无论是高级语言还是机器语言，程序的差别都是各种命令的排列顺序不同。

人的意识和计算机类似，我们想到一个苹果、一片蓝天，就像是计算机屏幕上显示出一个苹果、一片蓝天一样。计算机屏幕上显示这些东西是因为有一个程序在运行，我们的头脑中显示这些东西，也是因为有一个程序在运行。人的大脑当中神经元的连接有通断两种状态，通断的组合构成一个程序，这与计算机电路的通断基本相同。所以，我们想到不同的东西，是因为我们在运行不同的程序，这些程序的差别都是结构的差别。不同的人遇到相同的事情会产生不同的想法，也是因为每个人头脑中的程序不同。

但是人头脑中的程序太复杂，我们无法了解，我们只能了解这些程序运行的结果，这些结果叫做意识。意识不是程序，所以意识的差别不像是结构的差别。但因为意识的差别来自于结构的差别，所以我们运用黑箱原理研究大脑的运动时，意识的差别就可以当成是结构的差别。

过去的硬系统思想和各种结构主义受到很多批判，主要原因是那些理论大多拒绝考虑意识的问题，没有把意识的差别当成结构差别。不考虑意识就是不考虑大脑的结构，人的大脑是结构最复杂的系统，不考虑大脑结构的结构主义不是真正的结构主义。而考虑了大脑结构和意识的结构主义能够为社会科学提供坚实的、不可替代的基础。

1.1.4　生命的存在

提到生命，我们会想到很多，但至今我们所能看到的所有的生物都是由碳、氢、氧、氮等元素组成，这与非生物没有任何差别。过去人们苦苦寻找的“活素”根本不存在。既然生物与非生物在成分上没有差别，那么差别只能出在这些成分的结构上。生命的本质就是具有自复制功能的比较稳定的大分子结构（详见第5章5.3），各种不同的生物之间的差别也是结构的差别。

每一个生命的存在都是非常短暂的，不管是一天、一年还是一千年在生命进化的历史长河中都只是一个短暂的瞬间，任何生物

均要死亡，而能够代代相传、长久不变的东西是什么呢？只有遗传物质的特定结构。遗传物质中只有四种碱基，不同生物的遗传物质的差别完全是由碱基对的排列顺序造成的，即完全由结构差别造成。这种结构的差别造就了千奇百怪、无限丰富的生物世界。生物学家发现基因有开启和关闭状态之分，开启和关闭的程度也有不同。这似乎意味着相同的基因结构可以使生物表现出不同的性状。但是我们要知道基因开启和关闭是由蛋白质控制的，而这些蛋白质的合成是由基因控制的。所以归根结底生物的性状是由基因的结构决定的，一种基因结构只与一种性状相对应。总之，生物的遗传物质和表型与非生物的差别都是结构差别。我们经常感叹"物是人非"，其实任何"物"都会改变面貌，从几十亿年的进化历程来看，物早已"不是"，只有结构尚在。

人们一般把死亡当作生物功能的丧失，其实死亡的本质是复杂结构变为简单结构的过程。

定义：生物的生存就是生物系统的复杂结构处于稳定的状态。

定义：生物死亡的第一个含义：生物系统的稳定状态发生了很大的变化，生物的复杂结构变成了简单结构、生物的主要功能消失。

我们说某人或生物几点几分死亡，这时人或生物体的复杂结构还没有变成简单结构，所以这时生物死亡的含义是指生物的复杂结构变成简单结构过程的开始。

定义：生物死亡的第二个含义：生物的复杂结构变成简单结构过程的开始。

结构的变化意味着功能的变化，复杂结构变为简单结构时，复杂系统的特有功能当然就丧失了。但为什么不说死亡的本质是生物功能的丧失呢？因为结构与功能相比，结构是比较稳定的功能，人想改变系统功能时必须以其结构作为操作对象，通过改变结构来改变功能。理论的作用是指导实践，为了指导实践就必须把结

构当成本质，而不能把功能当成本质。

从观察的角度来比较，当系统的结构和功能发生变化时，有时系统的结构变化容易观察，有时结构变化不容易观察，而功能变化容易观察。例如生物的肢体断裂，这种结构变化容易观察，而发生窒息时，短时间内结构变化不容易被观察到，所以我们会误认为这不是结构变化，而只是功能变化。其实窒息时生物的结构变化发生在内部，例如肺和血液中的物质成分在变化，进而身体其他组织中的物质成分也在变化，然后身体中的各种负反馈系统的结构被破坏。其他原因导致的死亡也是一样，都是结构变化。

1.1.5 广义社会结构

政治、经济、艺术等社会文明的一切进步都是结构的改变，人类文明的进化就是不断增加和完善各种复杂社会系统的结构，从而使社会系统不断增加新功能的过程。乍一看，政治、经济、艺术等似乎与结构不沾边，那为什么说它们的一切进步都是结构的改变呢？

先说音乐，音乐的组成要素就是那些不同音符代表的不同声音，不同的乐曲之间有什么区别呢？区别就是这些音符的组合关系，所以音乐艺术的内容就是音符之间的结构关系。以此类推，诗词、小说等文学艺术的内容就是字符之间的结构关系，美术就是点、线、面和颜色等各种基本要素之间的结构关系。

科学的进步是结构的改变吗？科学技术的所有成果都表现为论文、书刊等形式，论文、书刊的内容的变化都是文字符号的排列顺序的变化。另外，科学技术的内容都是人的观念，所以科学技术的进步都是结构的改变。

政府机构都有一定的组成结构，从立法、司法、行政的最高统治机构到下属的层层叠叠的官僚体系，从中央到地方，从各级领导到各种职能部门组成一个庞大的政权组织系统。铁打的衙门，流水的官。制度是一种意识或者是一种文字排列。机构的设置是一

种比较稳定的结构，机构设置的依据是组织制度。制度的主要内容就是确定这个系统的结构和各部分的责、权、利的关系，这些关系是比较稳定的，是广义结构，所以说政治方面的变化是社会结构的变化。

组织中有很多组织管理的基础工作，包括标准化、定额、计量、信息、规章制度、培训等工作。不光是企业需要这些基础工作，任何一个社会组织，包括政府、军队、文化社团等组织要想提高组织效率，都必须搞好基础工作。而这些管理的基础工作都有稳定的内容或稳定的形式，都是广义结构。

道德是不是结构要素呢？似乎不是，但孔子认为忠、孝、仁、义这些道德观念都是政治要素："是亦为政，奚其为为政"，所以道德和政治一样，也是结构要素。道德的主要内容都是调整人与人之间的责、权、利关系，而责、权、利关系是政治结构的主要部分，所以孔子才会把道德当作政治的主要内容。道德是一种社会观念，社会观念和其他各种社会意识都是社会系统的结构要素。

习惯和制度一样也是广义结构，习惯就是个人生活中的制度，所以养成良好的习惯很重要。

总而言之，社会文明的一切进步都是结构的改变，生物的一切进化都是基因和表型的结构变化，社会文明的进步是生物进化的延续。

1.2 结构决定功能

通过研究可以发现，宇宙的全部进化都可以认为是结构变化引起的。从宇宙大爆炸产生基本粒子，到产生其他各种物质都是结构变化的过程。物质的原子、分子等微观结构决定了物质的功能，而这些功能又引起它们之间的相互作用，进而决定了宇宙的宏观结构和进化

1.2.1 结构决定功能定理

结构决定功能定理：一个系统的特定的结构 A 必然与一个特

定的功能集合 B 对应。若任意两个系统的结构相同时，它们的功能一定相同，即当 $A_i = A_j$ 时，必然推出 $B_i = B_j$（i 和 j 是自然数）。

结构决定功能定理的逆否命题一定成立：若 $B_i \neq B_j$，则必然推出 $A_i \neq A_j$。

推论 1：如果两个系统功能不同，那么它们的结构一定不同。

一切物质功能的差别都来源于它们本身的结构差别。结构决定功能定理及其逆否命题都有非常重要的理论意义和实践意义。结构决定功能定理的逆命题和否命题也成立，但没有多大意义。

结构决定功能定理的逆命题是：若 $B_i = B_j$，则 $A_i = A_j$。注意这里的 B_i 和 B_j 都是功能集合，集合中包括系统的所有功能。也就是说只有当你罗列出系统的所有功能的时候，才能说明 $B_i = B_j$，而任何一个系统都有无限多的功能，所以这个结论没有实际意义，而且还经常使人受骗。例如，披着羊皮的狼的功能集合中只有一部分功能与羊相同，如果你只根据这些功能就认为两者的功能全部相同，即 $B_i = B_j$，并推出两者的结构相同，即 $A_i = A_j$，那就错了。

结构决定功能定理的否命题是：若 $A_i \neq A_j$，则 $B_i \neq B_j$。这个命题说明结构的差别是导致功能不同的充分条件。这个命题虽然也成立，但需要注意 $B_i \neq B_j$ 并不意味着两个系统没有共同之处，B_i 和 B_j 中可以有多个相同的功能。那么结构差别到底会使功能产生多大的差别呢？从这里无法确定，所以这个命题也没有多少实际意义，而且容易使人产生偏见。例如，把井架拖到钻井的井位需要拖车，拖车与人的结构不同，所以除了铁人王进喜之外，大家都没想到人能把井架拖上井位。

结构决定功能定理实际上早就得到了大家的默认，我们经常说："整体大于部分之和"，整体与部分之和有什么差别呢？只有结构差别。但是这种认识一直没有一个公认的规范表述。这个定理可以简单地说成结构决定功能，但这种表述是不严格的。由于没有公认的规范表述，所以一直不能成为一个真正的定理。由于

没有成为一个定理，于是经常会出现一些违背这一定理的错误认识。有些人在批判硬系统思想的缺陷时，把这种结构决定功能的思想也一齐批判了。系统科学和哲学不能快速发展的主要原因就是缺少这样一些关键的定理。

在分析某个系统时，我们一般都要分析它的成分和结构，成分本质上也是结构，不同的成分就是不同结构的分系统。除了基本粒子之外，所有的物质都可以看作具有一定结构的系统

由此得出结构决定功能定理的推论1：如果两个系统功能不同，那么它们的结构或成分一定不同。即结构和成分的差别都是导致功能不同的充分条件。

1.2.2 结构决定功能定理的应用

在前言的"系统学"一节中曾经讲过系统论的方法与传统的还原论的差别主要就是系统论以结构为出发点，用结构的差异来解释不同系统的差异，所以结构决定功能定理是系统论的最基本也是最关键的理论，为全部系统论的研究提供依据。

分子生物学没有解开生命之谜，因为生命的共性不像其他物质那样是几种简单的成分和它们的简单组合，而是一种特殊的组合关系——正反馈，所以分子生物学家像物理学家一样一层一层地去还原生物的成分不可能找到生命的共性。

结构决定功能定理的实践意义表现在很多方面，从下面的三个推论可见一斑。

推论2：人的生理状态（饥饿、生病等）和心理状态决定人的行为能力。

证明：饥饿、生病等生理状态下，人的结构与正常状态下不同，因此行为能力就会不同。心理状态不好，例如悲哀、绝望时，人的大脑结构与正常状态不同，因此行为能力就会不同。

对于一个人或一个社会系统来说，有时压力能变成动力，有时压力不能变成动力，这取决于系统的结构。儿童的心理结构决定

了他们的承受能力，教育必须循序渐进，对成年人也是一样。

推论3：管理水平决定组织的效率。

证明：当管理水平差时，组织的结构达不到要求的结构，例如，制度不健全、职工的精神状态不佳等，这些都是结构变差的表现，结构变差导致功能变差。这里说的组织包括政治、经济、军事、艺术等各种社会组织。

推论4：后勤决定战斗力。

证明：后勤不佳是管理水平差的表现。

1.2.3 认识和改造世界的方法

既然结构和功能集是对应的，那么为什么不能说功能决定结构呢？可以说，但没有意义。因为人类认识世界是为了改造世界，实践的目的是改变物质的功能，但功能不是人的直接操作对象，实践的方法是改变物质的结构。

例如，灯本来是亮的，用棍子把灯打碎了，这就是改变了物质的结构。结构改变的同时，功能就变了，灯就不亮了。工人生产灯泡，让灯能亮，必须把灯丝连接好。这个工作也是改变物质结构。再比如家里做饭，每一道工序都是在改变物质结构。首先把面从面袋里抓出来，这就改变了面粉和面袋的位置关系，也就是改变了物质系统的结构。把面粉和成面团也是改变物质结构，因为原来面粉和水是分离的，现在它们均匀地混合在一起了。我们社会生产和生活的每一项活动都是改变物质系统的结构，改变结构的目的是获得人需要的物质功能。

那么为什么人的直接操作对象是结构而不是功能呢？因为结构比功能稳定，所以便于认识和操作。例如，你用手一按自行车铃就会响。这种性能是不稳定的，只有在你用手去按的时候才表现出来。而铃的结构是稳定的，不管你按还是不按，结构都不变，或变化很小。而结构稳定就意味着对于众多不稳定的随环境条件变化的功能而言，结构是它们的共性。所以，结构决定论的本质是寻

找共性。

要改变物质的结构，首先要认识物质的结构。人的所有的认识都是观察现象，然后寻找共性。结构和功能都是现象，因为结构比较稳定，所以人们就产生了一种观念：结构是功能产生的原因。所谓“找原因”往往是寻找物质系统的结构特征与功能之间的对应关系。

定理：人类认识世界的主要方法是寻找物质系统的结构特征与功能之间的对应关系，然后通过观察系统的结构来预测系统的功能。

人的行为可以分成两类：盲目的行为和自觉的行为。

定义：以预测为基础的行为是自觉的行为，不以预测为基础的行为是盲目的行为。

因为结构比较稳定，所以改变结构能产生稳定的效果。所谓效果是指行为之后，人的利益的变化。

定理：人类改造世界的方法是寻找物质系统的结构特征与功能之间的对应关系，然后改变物质的结构以获取人需要的功能。

说人的实践的操作对象是结构，有人会难以接受。耕地、安装机器设备这些实践是改变事物的结构，但所有的实践操作对象都是结构吗？是的，无一例外，所有的实践操作对象都是结构。

例如，把酒精灯放在某个物体下面给它加热，这个过程似乎是在改变温度而不是在改变结构。但首先我们要看到，这时被加热的物体不是人的直接操作对象，当我们把酒精灯放在物体下方时，酒精灯是人的直接操作对象，人的动作改变了酒精灯与物体的位置关系，就是改变了酒精灯和物体组成的这个系统的结构。划火柴、点燃酒精灯的动作也是在改变物质系统的结构，在人的实践过程中，人的手脚、身体的运动都是为了改变客观对象的结构。

那么说话呢？说话是人的实践活动中的重要内容，说话是为了改变客观对象的结构吗？是，话是说给别人听的，说话的目的是

改变他人的意识，而人的意识变化来自于结构变化。

1.2.4 广义的运动和广义的动力

运动变化不限于物理学范围，运动变化的原因也不限于物理学范围。狭义的运动是指位置变化，位置变化是狭义结构变化，广义的运动则是指一切广义结构变化，包括物理、化学、生物、意识、社会等结构变化。物理学所说的动力包括万有引力、电磁力、强相互作用和弱相互作用，后来人们对动力这个词作了引申，不再只是指这几种物理上的力了。

定义：广义的动力是指事物运动变化的原因。

原因不一定客观上发生在先，但一定被预测者了解在先。例如，因为三角形内角之和是180°，所以直角三角形的两个锐角之和是90°。这两件事哪个发生在先呢？显然，这两件事之间无所谓发生先后之分，但我们却可以把一个说成是另一个的原因。

定义：原因是指属于同一事件的多个现象中，在预测时能够了解（包括观察、联想等）的现象。

定义：结果是指属于同一事件的多个现象中，预测时不能了解，必须通过逻辑推理才能了解的现象。

有时我们把后观察到的现象叫原因，把先观察到的现象叫结果。例如，我们先观察到飞机失事，后观察到飞机控制系统的缺陷。我们把这些后观察到的缺陷叫做原因，因为这时不是预测，而是寻找原因。人们希望结果能在下次观察到之前先被预测到，那么下一次飞机失事就不应该是先被观察到的现象，作为结果它是预测时不能被观察到，必须通过逻辑推理才能了解的现象。

由于原因是预测时能够了解的现象，结果是预测时不能了解的现象，而结构又比功能稳定，容易了解，所以人们多把结构当成功能变化的原因，寻找原因多指研究什么样的结构变化会导致所观察到的功能变化。另一方面，如果找到的原因不具有共性，就很难指导实践。前面说过，结构是一种共性，所以把结构当成原因有

利于指导实践。

在中观世界里，简单结构易于观察，复杂系统结构不易观察。在宏观和微观世界里，所有的结构都不易观察，而功能往往易于观察。对于无法观察的物质系统，就只能采用黑箱的方法认识结构。黑箱理论把这样的系统当成一个黑箱，不把它们打开，也就是不去研究它们的真实结构，而去分析输入与输出的差别。例如，知人知面不知心，每一个人的意识对于他人来说都是黑箱，由人组成的系统包含多个黑箱。所以对于由人组成的系统，人们只能通过建立模型来预测它的行为，对其进行控制。系统的功能体现为对输入进行加工，产生输出。不去研究系统的真实结构，而是分析系统的功能，这是不是否定了结构决定论呢？

不是，这恰恰是在运用结构决定论。分析输入与输出的差别是为了建立系统的模型，模型虽然不是系统的真实结构，但却是系统的等效结构。结构决定论是为实践服务的，实践的手段是改变结构，目的是为了获取一定的功能。模型能产生相同的功能，与系统等效。建立模型之后，人们的预测和行为就可以以模型的结构为基础了。因此，黑箱理论是结构决定论的一种应用，不管结构是否容易观察，人们都把结构作为共性，作为预测和行为的基础。

1.2.5　能量是否决定功能

能量当然也决定物质的功能，例如，水受热就会蒸发，给氢气和氧气的混合物加热就会爆炸，可见能量不同的物质相互作用时会产生不同的结果。但我们要追问一句："能量的释放和吸收由什么决定？"例如，你用酒精灯给水加热，那么酒精灯为什么会放热？因为酒精与氧气反应。那么是什么决定了酒精一定会与氧气反应呢？是酒精分子的结构。所以我们只说结构决定功能，而不说能量决定功能。因为结构可以影响物质的能量，某种物质能量的增减可以从它的结构以及它与环境的结构关系中找到原因。所以我们可以把能量当成物质的性状来看待，这种性状也是由结构

决定的。追溯到宇宙大爆炸，能量的产生可能早于物质。如果这样说的话，那么我们可以把能量当成一种基本物质，这种物质也有结构，只不过这种物质的性质太简单，没有必要研究它的结构了。

看问题总要多问几个为什么，为什么有 A？因为有 B；为什么有 B？因为有 C；为什么有 C？因为有 D……追根溯源，刨根问底，最根本的原因就是本原。本原不一定在时间上最早发生，但应该在逻辑关系上位于最前面。

这个世界无奇不有、异彩纷呈的根本原因就是不同的物质有不同的结构，我们要想了解形形色色的事物产生的原因就必须了解它们的结构差别以及这些结构差别产生的原因。不过世界差异性的本原并不是世界存在的本原。

1.3 硬系统思想和软系统思想

起始于贝塔朗菲的系统思想被称为硬系统思想，硬系统思想有很高的地位和广泛的社会影响，但也受到很多批评，似乎已经被软系统思想取代了。例如丘奇曼、阿考夫提出协同计划法，英国彼得·切克兰德创立软系统方法论，都产生了很大的影响。

杰克逊将硬系统思想的缺陷总结为：

（1）硬系统分析仅仅适用于目标明确的问题，理性目标是所有当事人公认的，没有异议；

（2）硬系统思想就事论事，假定权利和冲突与此无关，没有明确采用社会理论或变革理论；

（3）硬系统思想假设社会问题的性质是客观的，对它的探究过程是简单的和机械的；

（4）硬系统思想只重结果，而经常忽略管理中的决策过程；

（5）硬系统思想过分强调定量分析而忽视定性因素（王贻志，2004）。

这些的确是过去硬系统思想的缺陷，但硬系统思想本身是可以克服自身缺陷的，推倒重建是不可能的。硬系统思想基本上贯

彻了结构决定论，这个出发点的本质是寻找共性，是实践的需要，所以这个出发点到什么时候都不会变。软系统思想不能完全解决硬系统思想留下的难题，即使能够解决，它也是对硬系统思想的补充，而不是取代。

软系统方法（例如彼得·切克兰德的七步骤模型）多采用负反馈方法，这种方法很好，自然科学其实也都使用这样的方法。但这还不够，应该用这些方法建立彻底的理论，让理论硬起来，才能更有效地指导实践。

传统的系统论认为系统是由一些相互联系、相互制约的环节或部件组成的有特定功能的整体。彼得·切克兰德将系统重新定义为：人们用以抽象地组织思维的结构。对于这个定义可以有两种解释：第一种，客观事物具有一定的结构，人在认识客观事物的时候，不必认识客观事物的原貌，只要能实现人的目的，增进人的利益，人可以随意构建一个系统来代表客观事物；第二种，一切存在都是意识，所谓的客观物质系统也都是人的意识，所以过去所说的客观事物的结构也是人的意识的结构。

如果是第二种解释，那么切克兰德的定义与传统的定义没有任何区别。传统的系统指客观的系统，是人的意识之外的系统，但如果贝塔朗菲不想、不说，谁会知道他指的是什么系统呢？因此所谓客观的系统也是作为意识的系统。

如果是第一种解释，那么这种所谓系统实际上不是什么系统，而是模型。系统是客观的，模型是主观的，切克兰德混淆了系统和模型的概念。客观的系统虽然也是意识，但比模型客观。

第 2 章　自组织

定义：

1. 对称性破缺：当一个系统的结构不只存在一种可能性时，任何一种可能性的存在概率的增大都是对称性破缺。(2.2.1)

2. 复杂性（或复杂度）：被对称性破缺所否定的可能状态数目的对数。(2.2.1)

3. 复杂化：对称性破缺程度增大的过程。(2.2.1)

4. 有序度：系统功能的总价值。(2.2.2)

5. 不可逆过程：如果有两个变化过程互为逆过程，其中一个以耗散能量为条件，另一个不以耗散能量为条件，那么我们就把这个不以耗散能量为条件的过程称为不可逆过程，或者叫自发的运动过程。(2.3.1)

6. 平衡状态和非平衡状态：对于物质系统的任意两个结构状态 a 和 b，如果它们的熵 $S_a > S_b$，则称 a 为平衡状态，b 为非平衡状态。(2.3.2)

7. 狭义的组织：在人与人之间设置某种责、权、利的关系，或者是指具有这些关系的人群。(2.4.1)

8. 广义的组织：系统有序度增大的过程。(2.4.1)

9. 自组织：如果系统有序化的原因主要是内部的，那么这种有序化就叫自组织。(2.4.1)

定理：

1. 波耳兹曼原理的推论1：在平衡状态下复杂结构出现的概率永远大于零。

波耳兹曼原理的推论2：复杂结构不容易产生，容易被破坏。

波耳兹曼原理的推论3：结构复杂化是熵减，结构简单化是熵增。(2.3.3)

2. 万有引力、电磁力、强相互作用和弱相互作用是世界向复杂的、非平衡的方向进化的动力。(2.3.4)

3. 物质的各种属性都可能是世界向复杂的、非平衡方向进化的动力。(2.3.4)

4. 与简单物质系统相比，在复杂物质系统内部和复杂物质系统之间更容易形成正反馈和负反馈。(2.3.4)

5. 复杂结构是有序之源，即复杂的新结构是产生新功能的必要条件。(2.4.2)

2.1 世界的层级

2.1.1 宏观与微观

宏观世界绚丽多彩，令人目不暇接，似乎有无穷无尽的新奇事物等待人们去探索。但是当分子生物学使我们对细胞内部微观世界的了解逐渐增多时，我们就发现微观世界的复杂程度远远高于宏观世界，宇宙虽然浩瀚无边，但从复杂程度来说还是很有限的。

宏观世界的变化发展有两种动力，第一种是微观世界的变化，例如，从质子、中子到原子、分子各种粒子的产生都会使宏观世界产生巨大的变化。生物遗传基因的进化也使宏观世界不断变化，生物基因进化产生了人类，这更使宏观世界发生了翻天覆地的变化。第二种动力是宏观事物的相互作用，例如星球之间的引力和碰撞，人与人之间的相互影响等。

微观结构所决定的物质的功能对这些宏观事物的相互作用有

影响，但不能完全决定宏观相互作用的过程和结果。当微观结构相同但初始条件不同时，宏观相互作用的过程和结果会有极大的差别，而这些宏观相互作用的结果作为新的初始条件又对以后的宏观相互作用的过程和结果产生影响。这些初始条件，人类是很难全部了解的。

认为宏观事物相互作用的过程和结果完全由微观结构决定的思想可以叫宿命论或历史决定论。拉普拉斯认为，只要我们知道宇宙在某一时刻的状态，我们就可以预言、确定宇宙中将会发生的任何事件，甚至包括人类行为。宿命论的错误在于认为初始条件不重要或者完全可知，刚才已经说过，实际上初始条件的影响十分巨大，尤其是很多耗散结构对初始条件非常敏感，所以认为初始条件不重要的观点是完全错误的。认为初始条件完全可知的观点也不正确，因为客观事物是普遍联系的，所以初始条件实际上包括无限丰富的内容，人要想观察和推算出所有这些内容完全不可能。

2.1.2 世界的层级和实现

我们这个世界呈现出多重层级：基本物质层级、其他物理化学物质层级、生物层级、人类和社会层级。现代科学使我们相信世界是统一的，所有的物质都遵循相同的规律，但为什么会有这么多不同的层级呢？

任何物质，包括人类都是由基本物质组成的，基本物质的种类有限，尤其是组成复杂物质的基本物质种类很少，它们的属性也有限。只有基本物质的世界是很单调乏味的，要想把这个世界发生的事件和可能发生的事件全部记录下来应该比较容易。

基本物质在世界的进化中相互作用，从而组合成比较复杂的物质，比如电子、质子、中子等物质，它们相对于基本物质就复杂多了。基本物质的种类不止一个，即使追溯到超弦这样的物质，种类也不止一个。因此基本物质在组成复杂物质时，组合的种类就有很多，而像电子、质子、中子、介子、中微子这一级的物质的种类就

更多了,人类已经发现了一个庞大的粒子家族。这样,一个新的层级就出现了,这个层级出现的主要原因是基本粒子的相互作用和组合。其他层级出现的主要原因也都是上一个层级的物质相互作用和组合,应该可以遵循一定的逻辑关系从一个层级的运动推出另一个层级的产生。只是因为两个层级之间差别比较大,才产生了突现的感觉。因此,所谓突现完全是人的一种感觉而已。

然后,我们很熟悉电子、质子、中子的不同的数量组合产生了一百多种元素,这些不同的元素相互组合又构成不同的分子。这样导致物质的种类非常多,与基本物质组成的世界相比,似乎完全是另一个世界了。

物质的种类多,物质的属性也自然就多了。如果说对于那个只有基本物质的世界来说,我们有可能把发生过的事件和可能发生的事件全部记录下来的话,那么对于由众多分子组成的世界要想把发生过的事件和可能发生的事件全部记录下来,完全是痴心妄想。人类的认识能力太有限了,而分子的种类实在太多了,它们之间相互作用的方式和可能发生的现象的数量对人类来说是无穷大。然后分子之间相互作用产生了生物和人类,进而产生了人类社会。对于这个世界来说,要想把发生过的事件和可能发生的事件全部记录下来,就更不用想了,所以从一个层级到另一个层级似乎就完全不能遵循逻辑关系,只能用突现来描述了。

不同的物质或者说系统,例如不同的生物或者社会组织会具有多种不同的属性。所以它们在与其他物质发生相互作用时,会发生不同的现象。例如一只小虾和一只鲨鱼的属性不同,所以在与同一只乌贼发生相互作用时,就会发生不同的现象;一个农民和一个警察的属性不同,所以在与同一个小偷发生相互作用时,就会发生不同的现象。

那么为什么物质之间会有这些不同呢?人类寻找原因的基本方法是还原论的方法,即把一个系统分解为若干个组成部分,然后

看这些部分分别具有什么属性，以及这些部分之间怎样组合，还要分析如果这些部分发生一些变化，会对整体的属性产生怎样的影响，这样来寻找这个系统具有某种属性的原因。例如，把鲨鱼解剖，发现它有很多尖利的牙齿，还有强健的肌肉和鳍等，人们要研究如果它的鳍是其他形状、它的感觉器官如果对血腥味不是那么敏感，会对它的捕食能力有什么影响。但是这样的还原并没有进入到分子的层次，无论是牙齿、肌肉还是其他器官，都由数量极其庞大、种类也非常众多的分子组成。所以要想分析每一个分子的变化对鲨鱼的影响是非常困难的，这是现代分子生物学才能做到的事情。所以对于比较简单的问题来说，我们没有必要作越级的还原。对于生物领域比较简单的问题只要在生物器官的范围内作一些还原就可以解决问题了。对于人类和人类社会来说也是一样，对于比较简单的问题只要在人类和人类社会的范围内作一些还原就可以解决问题了。分子领域的问题如各种化学反应，一般也不必还原到基本粒子的领域去。

这样，我们的很多研究都局限在某一个层级之内，这更给人一个层级之间等级森严的印象。其实跨越层级是完全可能的，而且是很多研究中已经在做的事情。具体在哪些问题上应该越级完全取决于人的需要。

2.2 复杂和有序

2.2.1 对称性破缺

定义：当一个系统的结构不只存在一种可能性时，任何一种可能性的存在概率的增大都是对称性破缺。

例如，在一个盒子里有两个小球，它们的分布只有一种可能。如果在两个相邻的盒子里有两个小球，把盒子中间的隔板拿开以后，小球会有三种位置状态：一边一个，都在左侧或都在右侧。这些可能性又叫配容数，这时配容数是3，在各种配容状态中，每一种状态存在的概率相等。如果只存在两个小球都在左边和都在右

边两种状态，配容数是2，这种配容数的减小就是对称性破缺。

弗里德里希·克拉默说，复杂性可定义为系统可能状态数目的对数（弗里德里希·克拉默，2000）。笔者认为这样说不正确。波耳兹曼原理告诉我们：

$S = k\ln W$

即熵与系统可能状态数目的对数成正比。如果把复杂性定义为系统可能状态数目的对数，那么复杂性等于熵，即越复杂的系统熵越大，这显然是错误的。

定义：复杂性（或复杂度）是被对称性破缺所否定的可能状态数目的对数。

定义：复杂化就是对称性破缺程度增大的过程。

复杂化也叫多样化或创新。对称性破缺似乎是一个很难理解的概念，其实它很简单，生活当中对称性破缺的例子随处可见。我家的面条一尺长，人家的面条一丈长，这也叫对称性破缺。所有的奇闻趣事都是对称性破缺。

再如，有两个杯子a和b，a中装满了溶液，溶液的成分包括蛋白质、糖、脂肪、无机盐等；b中有一条鱼，鱼周围的水是纯净水。假定鱼身体中的蛋白质、糖、脂肪、无机盐等的含量与a溶液中的含量相等，也就是说a和b两个杯子中装的是成分完全相同的东西，但是a和b两个杯子中的这些东西的结构不同。在a中的那些物质的分子可能出现很多种排列方式，每一种排列方式的出现概率相等。出现鱼的结构的可能性也是存在的，只不过这种可能性是众多可能性中的一种，由于a中分子的数量极大，可能出现的排列方式的数目是天文数字，所以鱼的结构出现的概率几乎为零，不可能被我们观察到。如果a中除鱼以外的各种排列方式的存在概率都降为零，鱼的结构存在概率增大到1，那么就会变成b中的状态。为了表示a和b的差别，我们就说a中的物质是对称排列的，而b中的物质则失去了对称性，是按照鱼的特定的结构排列组

织的。任何一个生物的存在都意味着对称性的破缺，相反，生物死亡之后，尸体分解意味着对称性的恢复。

一个国家原来是小农经济，每一户农民自给自足，与别人老死不相往来。后来出现了很多专业户，有人不种粮食了，交换成为必需，这也叫对称性破缺。社会中的任何一种关系的出现和变化都是对称性破缺，包括通婚、合作、矛盾、冲突、战争以及所有的组织关系。

除了客观世界中的对称性破缺之外，还有主观世界中的对称性破缺，例如每一个事实的认定都是对称性破缺。如果不知道铅笔是在桌上，还是已经掉到地上，那么两种可能性都存在。而确认掉到地上，就否定另一种可能性的存在，这就是对称性破缺。

什么是复杂系统呢？我们在面对宇宙、山川、河流的时候，经常感到自己非常渺小。宇宙有无穷的奥秘，我们对身边的山石、流水都没有完全搞清楚，对于大气层、海洋、地壳更知之甚少，但这些都不是复杂系统理论所说的复杂系统。复杂与简单是相对而言的，非生物的宇宙虽然奥秘无穷，但相对于生物、人类和社会来说，仍然是简单系统。非生物的宇宙是进化的起点，虽然它也在进化，但非常缓慢。自从生命产生以后，世界的复杂程度就跨入了一个崭新的阶段，几十亿年的生物进化，带来的是复杂程度远远高于非生物世界的异彩纷呈的世界。人类产生以后，神经系统的复杂程度和人类社会的复杂程度更是非生物无法相比的。因此研究复杂系统主要是研究生物系统、人类社会和人的意识。

2.2.2 序参量的确定

负熵可以表征复杂的程度，但不能表征有序的程度。过去提出的一些序参量（如铁磁体的序参量）不能作为普遍适用的序参量。什么才是普遍适用的序参量？对于这个问题，过去的自组织理论始终没有给出一个明确的答案，笔者认为序参量（可称为有序度）应该是系统功能的总价值。只有当新结构出现时系统的有

序度才能增大，但不是所有的新结构都能导致有序度增大，只有当某种新结构能带来新功能时，才意味着有序度增大，所以序参量应该随新功能的增加而增大。而新功能的增加量是相对值，序参量应该是绝对值，所以序参量应该以增加之后的系统功能总量为度量依据。又由于各种功能之间有质的差别，无法相加，只有这些功能的价值可以相加，所以提出如下有序度的定义。

定义：有序度是系统功能的总价值。

生物当中，只有有序的结构才能生存，无序的结构必遭淘汰。判断一种生物功能具有多大价值，主要看这种功能产生前后，生物适应环境的能力有多大变化（有序与适应性的关系、有序与复杂性的关系参见第12章广义进化的定义）。

那么非生物功能的价值如何评定呢？任何事物的价值最终都是由人决定的，非生物功能的价值要依据这种功能与人的利益和由人的利益派生出的物质的利益之间的关系大小来判断。例如，宇宙的产生是有意义的，非生物的复杂化是有意义的，地球的形成、大气的形成是有意义的等，这些意义都是由人的利益派生出的物质的利益。对人有利的非生物功能有价值，对这些派生的物质利益有益的非生物功能也有价值。

由此产生出另外两个有序的派生标准：第一是复杂的程度，即对称性破缺的程度；第二是稳定。贝纳德花纹之所以被称为有序结构，因为它是对称性破缺的，但它不稳定。在复杂程度相同的情况下，有些系统比较稳定，有些不稳定，容易被破坏，稳定的结构是比较有序的结构。人观察到的客观物质，大部分是比较稳定的物质，因为不稳定的物质很难幸存，数量一定很少。

历史学家经常比较不同朝代、不同文明的文明程度，但很难明确提出文明进步的标准。社会文明进步的标准应该是这个社会系统的有序度。社会秩序就是指社会的有序，有序的标准是复杂程度、稳定程度和功能大小。所以社会文明的标志主要指这个社会

系统的复杂程度、稳定程度和功能大小，生产力是社会系统的功能之一。生产力不仅指物质产品的生产能力，还包括精神产品的生产能力。战乱年代各种社会组织瘫痪，社会结构简单化，功能下降。和平盛世，百业俱兴，各种社会组织纷纷建立，八仙过海，各显神通，社会生产力提高。建立和谐的社会秩序，就是为了提高社会的有序度，增强社会的功能。

有序度的标准是功能多少，功能有两种：物质领域的功能和意识领域的功能。所谓意识领域的功能是指某个系统具有可以改变意识的功能。人的意识包括思想和情绪。诗歌使人愉悦，理论使人感悟，污言秽语使人愤怒，这些都是改变意识。很多系统既有物质领域的功能，又有意识领域的功能，例如建筑既能遮风挡雨，又能带来美感。人类产生以前，序参量是以物质系统的生存为标准的，人类产生以后，序参量就不只是以各种物质系统自身的生存为标准，还要以人的利益为标准。当人有了意识以后，人的需要变成生活的目的，所以序参量的标准就变成满足人的需要。例如把书摆放整齐对于这些书自身的生存没有任何影响，但对人有利，使人取用方便、心情舒畅，所以把书摆放整齐就意味着有序度增大。

2.2.3 有序的派生标准与基本标准的关系

我们在生活中经常会发现一些系统很有序，但找不出这种有序带来了什么新功能，这是怎么回事呢？这是有序的基本标准与派生标准的差别造成的。根据系统是否有新功能可以判断系统是否有序，然后人们发现这些有序系统的结构有一些特点，例如很多有序系统都很整齐、对称或者有其他一些结构特征，于是这些结构特征就成了有序的派生标准。当人们看到整齐、对称的系统时，就认为它们有序。但是人们在确定这些派生标准时，并没有做严格的论证，于是派生标准与基本标准之间就发生了矛盾，有些系统只符合派生标准，不符合基本标准，从而带来了有序这个概念的混乱。例如太阳系行星的大十字排列现象，虽然与物质的功能和稳

定性毫无关系,但人们却认为是有序的,从而产生种种联想。

那么怎样对待这两种标准呢?笔者认为它们可以并存。基本标准,即功能标准是判断系统是否有序的根本标准,符合派生标准的有序系统大多数符合基本标准。有些系统不符合基本标准,这使得有序系统的集合增大了。这种增大对我们没有明显的损害,因此两种标准并存是可以的,如果发现这种增大确实带来了损害,再作区分也来得及。

2.3 关于热力学第二定律

2.3.1 不可逆

有人认为,生物进化是遗传物质随时间而发生的一系列不可逆变化,这种说法是错误的。首先我们要明确什么叫不可逆。

定义:如果有两个变化过程互为逆过程,其中一个以耗散能量为条件,另一个不以耗散能量为条件,那么我们就把这个不以耗散能量为条件的过程称为不可逆过程,或者叫自发的运动过程。

例如,摩擦生热、高温物体向低温物体传热等都是自发的不可逆过程。反过来,热能转变成机械能、热量从低温物体向高温物体传递等以耗散为条件的过程都是可逆的。如果你想让不可逆的过程逆过来怎么办?耗散能量。这就是热力学第二定律所说的内容,热力学第二定律的克劳修斯说法是:不可能把热量从低温物体传到高温物体而不引起其他影响。

将耗散能量称作耗散负熵也可以,但不严格,产生负熵只是表现,不是原因。让可逆过程逆过来则不需要任何条件,可以自发地进行。生物的进化基本都是耗散的,所以对于生物来说,退化才是不可逆的,进化不是不可逆过程。

世界上有很多变化是不可逆的,例如,水只能自发地从高处往低处流动,你想让水往高处流,可以,但必须消耗能量。比如说用一台抽水机,抽水机是要消耗电能的。再比如,手冻得冰凉,搓一搓就热了。这个过程是把动能转化为了热能,这种转化的效率是

100%。但如果反过来，热能转化为动能的效率就不能达到100%。所谓不可逆不是说热能不可以转化为动能，而是说转化的效率低。在转化的同时要耗散掉很多能量，所以内燃机被称为耗散结构。内燃机的作用就是把热能转化为动能，效率只有30%～50%。水冷发动机大部分热量被冷却水和废气带走了，冷却水和废气又把热量扩散到空气里。如果没有冷却介质，连那一少半动能都得不到。所有的生物，包括动物、植物和人都是耗散结构。我们吃东西是为了获取能量，食物当中包含化学能，我们要把化学能转化为动能。这个转化过程也要耗散很多能量。我们一干活就会出汗，这主要是因为有能量的耗散。

2.3.2 为什么用熵代表不可逆

传热过程是不可逆过程，用什么参数来表征这个过程进展的程度呢？在传热过程中，高温物体失去的热量等于低温物体获得的热量，整个系统的热量可以不变，因此不能用热量来表征不可逆过程进展的程度。那么用温差来表征行不行呢？可以，但是不好。当温差的变化相同时，比热大的系统传递了很多热量，比热小的系统只传递了很少的热量，所以，温差与传热过程进展的程度之间不是一一对应的关系。

熵的第一个定义是热量和温度的比值，所以熵既与热量变化有关，又与温度有关。熵这个概念的中文名称就是源于它是热量与温度之商（冯瑞，2006）。用熵表征不可逆过程进展的程度比单用温差更准确。热量和温度的比值本身没有任何意义，但因为传热时这个比值一定增大，所以它可以用来表征不可逆过程进展的程度。从一个状态O到另一个状态A，熵（S）的变化定义为：

$$S_A - S_0 = \int dQ/T$$

式中，Q为热量；T为温度。

引入熵的概念之后，热力学第二定律可表述为熵增**定理**：在孤立系统内，任何变化不可能导致熵的总值减少，即：

$dS \geqslant 0$

如果不明确熵的概念，就很难说清楚平衡和不平衡。

定义：对于物质系统的任意两个结构状态 a 和 b，如果它们的熵 $S_a > S_b$，则称 a 为平衡状态，b 为非平衡状态。

2.3.3 波耳兹曼原理的推论

波耳兹曼原理：

$S = k\ln W$

配容数 W 代表系统结构可能存在的状态数。所以波耳兹曼原理的直接含义是配容数大的状态是平衡状态，熵增代表配容数增大。配容数小的状态意味着其他配容状态存在的概率为零，是对其他配容状态的否定，即对称性破缺。这个原理揭示了热力学第二定律的微观机制，能量平衡的根源是结构平衡，能量不平衡的根源是结构的对称性破缺。

对于平衡的理解容易产生一种错误：在 2.2.1 两个小球的例子中，似乎两个小球一边一个的状态才是平衡状态，存在三种可能性的状态不是平衡状态。其实只存在两个小球一边一个的状态时配容数是 1，这时的熵显然小于配容数为 3 的状态。按照波耳兹曼原理，在隔板拿开以后，如果从三种状态并存变为只存在一边一个的状态，这种变化是熵减而不是熵增，不是从非平衡变为平衡，而是从平衡变为非平衡，或者说是对称性破缺。三种状态都可能存在，而且概率各占 1/3 才是最平衡的。在这三种状态中有的结构简单，有的结构复杂，复杂结构出现的概率变为零的过程不是熵增而是熵减。因此推出：

波耳兹曼原理的推论 1：在平衡状态下，复杂结构出现的概率永远大于零。

如果小球的数量由两个变成 4 个，配容数就由 3 变成 5。如果我们把小球都在某一侧的状态称为复杂结构，那么配容数增大时，平衡状态下复杂结构出现的概率就变小了，配容数越大，平衡

状态下复杂结构出现的概率就越小。与生物系统相对应的配容数都非常大,所以生物系统走向平衡意味着生物系统的复杂结构出现的概率急剧减小,而复杂结构的现实存在意味着严重的对称性破缺。

波耳兹曼原理的推论2:复杂结构不容易产生,容易被破坏。

对称性破缺就是复杂化,熵增代表趋向平衡状态,熵减代表趋向不容易产生而容易被破坏的非平衡状态。

波耳兹曼原理的推论3:结构复杂化是熵减,结构简单化是熵增。

需要注意的是,结构被破坏的原因包括环境原因和自身原因,说系统被破坏让人觉得系统被破坏的原因都来自于环境,其实很多系统破坏是由于自身原因造成的。

波耳兹曼原理的公式已经成为物理学中最重要的公式之一。在一个十分简单的公式里汇聚了这么丰富的内容,言简意赅,影响深远,在整个物理学中实属罕见,可与之相媲美的似乎只有牛顿的运动定律和爱因斯坦的质能关系式。在维也纳的中央坟场,波耳兹曼的墓碑上,没有墓志铭,只有一个公式:

$S = k\ln W$

2.3.4 世界进化的动力——波耳兹曼原理带来的矛盾

波耳兹曼原理虽然享有盛誉,但运用波耳兹曼原理预测事物的运动往往与事实相反。例如,在装有隔板的盒子的左侧有一个氧分子,右侧是空的,把盒子中间的隔板拿开以后,如果这个氧分子的两个氧原子服从波耳兹曼原理的话,它们的配容数应该是3,即有可能都在左侧或都在右侧,也可以一边一个。但事实上它们肯定不会一边一个。也就是说配容数最大的状态不是平衡状态,对称性破缺自发地出现了。而且,由波耳兹曼原理可以推出这样的结论:所有的化合反应都是熵减,都应该吸热,所有的分解反应都是熵增,都不应该吸热。这个结论明显与事实不符。

是什么力量破坏了波耳兹曼原理？是化学键。化学键就是一个麦克斯韦妖，它在打破平衡的时候不需要耗散能量。它可以区分不同的原子，氧原子的化学键认识其他的氧原子，也认识氢原子、铁原子等。这种认识意味着其中包含信息和负熵，但没有智能。化学键是一种电磁力，除了电磁力之外，万有引力、强相互作用和弱相互作用也都会破坏波耳兹曼原理，它们都是麦克斯韦妖。

定理：万有引力、电磁力、强相互作用和弱相互作用是世界向复杂的、非平衡方向进化的动力。

当年的麦克斯韦妖被降住了，因为它只是麦克斯韦凭空想象出来的来自主观世界的小妖精，法力太浅。这四种力是来自真实的客观世界的大魔头，将永远主宰宇宙。过去科学家们一直没有认清它们的面孔，所以无法解释被它们逆转的世界发展趋势。

理想的热力学状态在现实世界中是不存在的，任何物质都有很多属性，这些属性都可能是麦克斯韦妖，这些属性都会或多或少地影响系统运动和相互作用的结果，促使复杂的、非平衡的系统出现。

定理：物质的各种属性都可能是世界向复杂的、非平衡方向进化的动力。

有些分解反应是自发的，有些化合反应是自发的。氢气和氧气化合这种从简单到复杂的变化是自发的放热反应，而水的分解这种从复杂到简单的变化则要消耗能量，因为氢气和氧气的化学性质是向复杂的、非平衡方向进化的动力。此外，生物生长、新陈代谢、再生、趋光、繁殖、变异等属性和人类的好奇、追求荣誉、嫉妒、懒惰等特性也都是世界向复杂的、非平衡方向进化的动力。总之，我们在认识世界的过程中发现的所有的物质系统的各种属性都可能是世界向复杂的、非平衡方向进化的动力。

这样看来，世界上到处是妖怪，但是它们所起的作用都是推动世界的进化，所以不应该把它们称为妖怪，而应该看作正神。

既然世界上有这么多进化的动力，那么简单物质系统相互作用一定能产生复杂系统，平衡系统相互作用一定会产生非平衡系统。同时物质系统越复杂，系统的属性就越多，复杂化的动力就越多。这样世界进化的速度就越来越快。

正反馈和负反馈都很难形成，尤其是正反馈很难形成，需要很多特定的条件。这些特定的条件大多是各种物质系统的属性。由于复杂的物质系统与简单物质系统相比，属性更加丰富多样，所以在复杂物质系统内部和复杂物质系统之间更容易形成正反馈和负反馈。

定理：与简单物质系统相比，在复杂物质系统内部和复杂物质系统之间更容易形成正反馈和负反馈。

新的负反馈可以使系统产生新的稳定功能，新的正反馈可以使系统出现新的突变。所以复杂系统与简单系统相比，进化的速度更快。

不过，在可以忽略这些力和物质属性的情况下，复杂结构与简单结构相比，还是复杂结构不容易产生，容易被破坏。力和属性的影响在很多情况下的确很小，所以这种忽略是有意义的，在这个条件下波耳兹曼原理是正确的，所以波耳兹曼原理可以解释热力学第二定律，有广阔的应用空间。

波耳兹曼原理的应用范围有限，波耳兹曼原理的推论的应用范围也有限。复杂的物质不容易产生、容易被破坏不是绝对的。有些复杂的物质与某些简单物质相比容易产生，不容易被破坏。例如，水比氧气稳定，即容易产生，不容易被破坏。相反，臭氧比有机物简单，但是很不稳定。那么复杂的物质不容易产生，容易被破坏这个命题还成立吗？成立。有两种含义：最稳定的复杂物质与最稳定的简单物质相比，复杂物质不容易产生，容易被破坏；或者复杂物质不稳定的概率大于简单物质。

而且，上面的两个定理也并不是直接与波耳兹曼原理本身对

立。因为波耳兹曼原理本身只是体现了配容数与熵的关系，并不包含配容数一定增大的含义。只有把热力学第二定律和波耳兹曼公式联立起来才能得到配容数一定增大的结论。所以上面两个定理实际上是与热力学第二定律对立的。

2.3.5 热力学第二定律的神话

普里高津认为熵减来自于外部，不可能来自内部。如果真是这样，那么把宇宙作为一个系统，就只能熵增，不可能熵减，宇宙必然走向最平衡的状态。宇宙最平衡的状态叫做热寂。热寂意味着没有任何运动和物质的差别，热寂的世界就是死亡的世界。但有了上面的两个定理之后，我们可以看出熵减不仅可以来自于外部，还可以来自于内部，热力学第二定律不会使世界热寂。其实大爆炸之前的宇宙就是热寂的状态，所以普里高津的观点与宇宙的历史是矛盾的。

熵增、不可逆这些概念出现以后，一度对人们的传统观念产生了极大的震撼，很快变成了经典理论，拥有了崇高的地位。人们还把熵的概念应用到其他很多领域，包括粒子运动、信息、人际关系、组织发展、社会演变、世界进化等。在这些领域，熵的异化就更严重了。经常有人把某种运动变化方向当成绝对的方向，然后冠之以不可逆和熵增的名称，于是就可以分享一种神圣的地位。

但物极必反，当人们把它推向极端以后，热力学第二定律的局限性就暴露了。生物进化的过程中生物由简单的单细胞发展到复杂多样的各种生物，非生物和人类社会也有一个从简单到复杂的进化过程。很多复杂系统是以耗散为条件的。如果热力学第二定律可以适用于一切物质，那么整个世界将必然走向退化和死亡。好在我们看到的事实是世界的进化，人们在担忧了一阵之后，也逐渐相信热力学第二定律不能无限推广。世界有自发的退化的趋势，也有自发的进化趋势。

2.4 自组织

2.4.1 自组织的概念和条件

自组织这个名词已经变成了一个常用的概念,人们经常提到各种生物和非生物系统的自组织。但大家在使用这个概念的时候往往各有所指,克拉默说自组织是一个被滥用的概念(弗里德里希·克拉默,2000)。自组织这个词让人觉得系统的行为是有目的的,但非生物的行为肯定是没有目的的,必须用其他概念来解释这种所谓目的性产生的原因。

组织这个词原来是指一种社会现象。

定义:狭义的组织是指在人与人之间设置某种责、权、利的关系,或者是指具有这些关系的人群。

后来把组织的概念扩展到了很多其他领域。如果某个系统内部各部分之间产生了一定的结构关系,并且这种结构关系使系统产生了新的功能,那么这个结构变化过程就是广义的组织。

定义:广义的组织是系统有序度增大的过程。

这种有序化产生的原因有可能是外部的,也可能是内部的。

定义:如果系统有序化的原因主要是内部的,那么这种有序化就叫自组织。

由第2章2.3.4中的第二个定理可知,系统有自发地向非平衡方向运动变化的动力,简单物质之间必然会发生各种相互作用,在这些相互作用的过程中必然出现复杂物质。复杂物质的新结构当中必然有一些能产生新功能,所以自组织是物质系统自发产生的,而且是必然产生的,并不神秘。

詹奇和普里高津所说的自组织都是以耗散为条件的自组织,但笔者认为这只是自组织中的一种。自组织包括两种:以耗散为条件的自组织和不以耗散为条件的自组织。詹奇和普里高津所说的自组织可以称为狭义的自组织,笔者定义的自组织是广义的自组织。

詹奇认为自组织有三个条件：自催化、远离平衡和开放（埃里克·詹奇，1992），笔者认为这种说法不对。首先把开放作为自组织的条件没有意义，因为除了宇宙作为一个整体是封闭的以外，宇宙中的任何物质系统都是开放的。非自组织系统也是开放的，而且不管是吸热还是放热都可以表明系统是开放的。詹奇在把系统开放作为自组织的一个条件时，其实他脑子里想的是自组织系统必须从外界取得能量，并且必须耗散能量，而我刚说过，自组织不一定耗散。

其次，自催化不是自组织的必要条件。詹奇所说的自催化主要是指正反馈，如果系统有正反馈功能一定可以产生自组织，但没有正反馈，只有负反馈的系统也可以称为自组织系统。只能说自催化会使自组织的程度大幅提高。

所以产生自组织只有一个条件，就是远离平衡态。这就是普里高津说的"非平衡是有序之源"。

2.4.2 非平衡是有序之源

"非平衡是有序之源"这句话是普里高津的一个重要结论，但笔者认为他对这句话的解释还不够完全。

非平衡有两种：能量的不平衡和结构的对称性破缺。如果把非平衡当成能量的不平衡，那么"非平衡是有序之源"这句话意味着能量交换、传递、耗散是有序之源，即有序结构来源于耗散结构。按照普里高津的解释，他所说的"非平衡是有序之源"就是这个含义。这个结论本身没有错，但容易引起误解，似乎不耗散就不能产生有序结构，或者耗散结构一定能使有序度提高。其实耗散只是狭义自组织结构产生的必要条件，不是广义自组织结构产生的必要条件，例如，生成晶体的过程就不耗散能量。再如，分子与原子相比是有序度大的结构，但很多分子的产生都不依赖耗散。也就是说，对于这些分子来说，平衡才是有序之源。

所以，从能量的角度来说，非平衡和耗散虽然是形成有序的重

要条件，但它们既不是有序的充分条件，也不是有序的必要条件。当然，所有的生物都是以耗散为条件的自组织结构，因此狭义的自组织结构显得非常重要。但是我们应该再追问一句：非平衡和耗散从哪里来呢？普里高津没有想到这个问题，由本章第3定理可知非平衡和耗散都必然来自于某些物质系统的特定功能，包括正反馈功能。而由第1章的结构决定功能定理可知这些功能都来自它们特定的结构。

如果把非平衡当成结构的对称性破缺，那么“非平衡是有序之源”这句话意味着复杂结构是有序之源。从复杂结构变为简单结构的过程从局部看也许可以带来有序度的增大，但对所有物质系统的集合来说不能带来有序度的增大，所以复杂的新结构是产生有序的必要条件。衡量有序的标准是看能否产生新功能，所以得到如下定理。

定理：复杂结构是有序之源，即复杂的新结构是产生新功能的必要条件。

第1章的结构决定功能定理没有说明什么样的结构能带来什么样的功能，现在这个定理是对结构与功能关系的进一步认识。

复杂系统种类繁多，生物是复杂自组织系统的真子集，复杂自组织系统是自组织系统的真子集，所以研究生物不能代替研究自组织系统，尤其要研究复杂自组织系统。普里高津和詹奇的理论旨在找到复杂自组织系统的奥秘，所以他们不只是研究生命科学，也不只是关心简单的自组织系统。

对于复杂自组织系统的机制，詹奇强调自催化具有关键作用，这是完全正确的，这个发现是詹奇对自组织理论的最大贡献。詹奇所说的自催化主要是指正反馈，正反馈的作用有多大，在第3章中还要作详细的论述，这些内容都是自组织理论的主要内容。

负反馈也是自组织的关键内容，所以第4章关于负反馈的内容也是自组织理论的重要内容。在复杂自组织系统中，正反馈和

负反馈往往共同起作用,而且经常相互转化。负反馈还是简单自组织系统的核心内容,如果简单系统具有了负反馈功能,马上就可以表现出明显的自组织特征。

2.4.3 简单系统没有自主性

唯物主义认为意识是物质的一部分。如果科学能够完全了解大脑的工作过程,就可以把大脑当成一部机器,用大脑的运动过程来表示意识。但是因为大脑太复杂,只能当成黑箱。黑箱的方法是观察输入与输出,然后建立模型实现同样的输出。大脑的输出有两种内容:行为和意识,观察意识的内容对建立模型很重要。通过运用黑箱的方法,人们已经对大脑的运动规律有了一些了解,建立了一些模型,并得到广泛应用,例如,组织行为学和心理学等都是这种模型的建立和应用。但是现有的模型太粗糙,模型的输出与实际大脑的输出相差太远,远远不能满足需要。所以不能把大脑当成机器,必须承认它的自主性。

詹奇说:"最简单的自维生系统例如化学耗散结构也有某种意识原型。"这样说不能算错,但是没有意义,而且容易引起误解。我们承认大脑的自主性是不得已的,承认这种自主性就意味着我们无法预测他的输出,不能预测就难以应对,就会损害人的利益。对于最简单的自维生系统我们完全有能力预测它们的输出,因此没有必要承认它们的自主性。

在古代人看来,风雨雷电、日月星辰都有自主性,随着科学发展,人们认识的自然规律增多了,这些事物的自主性就都消失了。在人的认识和实践的客体当中,自主性越少越好,承认简单系统的自主性完全是一种倒退。瓦尔纳把耗散系统的分岔称为决策(埃里克·詹奇,1992),这种说法也不对。决策意味着决策的主体有自主性,但是耗散结构的分岔取决于边界条件,不是由系统自己决定的,不存在自主性。人类的自组织主要依靠意识,所以有人认为其他物质系统的自组织也依靠意识,这是完全没有道理的。

2.4.4 K·博尔丁的九个层次

一般系统论的四位创始人之一拉波波特向大家推荐K·博尔丁的工作，K·博尔丁区分出系统复杂性的九个层次，拉波波特称赞他把多方面整合到一起的这种方式“最有意义”。这九个层次是：

1. 有结构特点而无动态的系统。

2. 钟表装置，有结构和刚性动态，而对输入无感应。

3. 控制系统，包含内反馈机制。

4. 开放的或自维持的系统。

5. 遗传发生的社会性系统，植物为典型，即它是由分化的、相互依存的部分构成（根、叶、种子）。

6. 动物，有准目的（目标定向）行为，萌发自我意识。

7. 人的层次，自我意识发展成反思，加上不是用信号而是用符号语言进行通信。

8. 人类社会组织，能有计划和有意识地合作。

作为一个虔诚的基督徒，博尔丁又加上：

9. 超验系统，包含终极的、绝对的和不可避免的不可知（拉波波特，2002）。

K·博尔丁的九个层次的可贵之处在于，它不像传统的层级划分那样以物理属性作为划分的依据，而是从系统的角度划分层次。但笔者认为K·博尔丁的九个层次的划分并不正确，而且他的错误是很有代表性的错误，分析这些错误可以让我们更深刻地理解为什么反馈的概念是系统复杂性最关键的概念。理由如下：

1. 有结构特点而无动态的系统是不存在的，因为任何物质都是运动变化的，而且对任何系统的任何输入都会带来系统的输出。

2. 除宇宙的整体之外任何系统都是开放的，封闭系统只是人的想象，或者是相对的。

3. 控制系统都是具有内反馈机制的系统。

4. 所有的自维持系统都是反馈系统。如果自维持是指系统具有维持自身稳定的功能,那么自维持系统就是负反馈系统;如果自维持是指自组织,那么自维持系统主要指正反馈系统和负反馈系统。

5. 生物的本质是自复制,所以也是反馈系统。

6. 反馈机制的丰富完善是生物进化、人类进化和社会进化的主要原因。所谓"遗传发生的社会性系统"、"动物的准目的行为"、人的"自我意识"和"反思"都主要是反馈机制丰富完善的结果。

所以,K·博尔丁进行系统划分时使用的标准当中,大部分标准都只是表面特征,不是本质特征,而反馈才是划分系统的本质特征。

系统结构复杂性的层次应该这样划分:

1. 无负反馈功能或者负反馈功能只能维持简单系统稳定的系统。

2. 负反馈功能能维持复杂系统稳定的系统。

3. 有正反馈功能的系统。

4. 有自复制功能的比较稳定的大分子系统。

5. 有复杂中枢神经的系统。

6. 人的层次。

7. 人类社会组织。

第3章　正反馈和突变

定理：

竞争是促进生物和人类社会进化的最主要的动力之一。(3.2.3)

3.1　正反馈的意义

3.1.1　创世大法

在研究系统理论和生命哲学时，我发现有一个概念贯穿始终，这个概念就是“反馈”。我先给大家讲一个故事：

上帝在把亚当和夏娃赶出伊甸园的时候心存怜悯，于是就给了他们两个锦囊。并对他们说：“我的孩子，这两个锦囊里面装的是我的创世大法，你们以后遇到困难和危险的时候就把锦囊打开，它们会给你神奇的力量。”

亚当和夏娃一走出伊甸园，就忍不住把两个锦囊都打开了。一看每个锦囊里都只有一张纸条，一个写着“正反馈”，另一个写着“负反馈”。亚当和夏娃来到下界，用这两个法宝，劈荆斩棘，降妖除怪，建立自己的王国。从此天下无敌，子孙繁盛。

大家一看就知道这个故事是我杜撰出来的，我为什么要编这么个故事呢？其实只有一个目的，就是让大家对于正反馈和负反馈有一个深刻的印象。我认为这两个概念非常重要，重要到什么程度呢？重要到把它们比作上帝的创世大法也不过分的地步。

我认为生命的本质是自复制，自复制是一种正反馈。这个结论很重要，因为正反馈不仅在生物中存在，在非生物和社会中也大量存在。所以对于正反馈与系统的再认识，会使自然科学和社会

科学产生一系列的新发展。

3.1.2 混沌与反馈

很多学者认为，混沌的发现是20世纪科学当中除相对论和量子力学之外的第三次革命，但是现在对于混沌的产生和作用的认识还有一些误区，主要原因是没有把混沌和反馈联系起来。

说起正反馈，大家会感到比较陌生，过去很多人只把它当成一种破坏力量，如果说它对宇宙和生命有重大意义，恐怕很难被大家接受。正反馈就是我们常说的良性循环或恶性循环，正反馈又可以称为马太效应和"蘑菇定律"。《新约·马泰福音》中说："凡是少的，就连他所有的也要夺过来，凡是多的，还要给他，叫他多多益善"。蘑菇长大之前很难被人发现，人们经常把垃圾、污水倒在它们头上，于是更难长大，20世纪70年代的一批年轻的电脑程序员借此编写了"蘑菇定律"（翟文明，2005）。

逻辑斯谛方程式写作：

$$X_{n+1}=f(m,X_n)$$

其中，m 代表一个或多个参量。很多人只把逻辑斯谛方程式作为一个普通的迭代公式，其实它是反馈的数学表达式。初始条件 X_0 确定后作为系统的输入，系统的输出值 X_1 由方程确定：

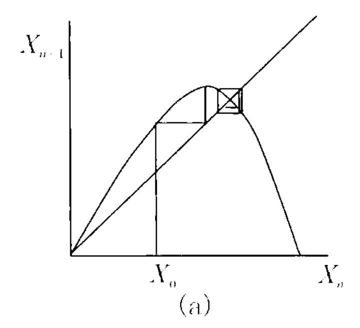
$$X_1=f(m,X_0)$$

然后这个输出值作为系统新的输入，产生新的输出 X_2：

$$X_2=f(m,X_1)$$

依此类推，可以得到 X_3、X_4……。这里所说的系统可以指生物系统、非生物系统或社会系统。在普通的迭代公式中，系统的输出可以是另一个系统的输入，不一定成为本系统新的输入，即在求解 X_2 时参数 m 的值有可能与求解 X_1 时不同。例如动物的粪便会成为植物的养料，这在生态系统中构成一种反馈关系，但对于动物自身而言不能构成反馈。如果 m 和 f 都不变，表示每次输出都成为本系统新的输入，那么这个公式就是反馈的表达式。

在 X_n 和 X_{n+1} 构成的平面内，正反馈系统变量 X 的数值是发散的，负反馈系统的变量 X 的数值可能趋于某个不动点。如果不是发散的，也不存在不动点，那么 X 的轨道还有 4 种情况：周期轨道、准周期轨道、随机轨道和混沌轨道，所以混沌是反馈的产物。在生命起源和宇宙起源的过程中正反馈（包括自复制）起主要作用，在生物进化的过程中，负反馈起主要作用。



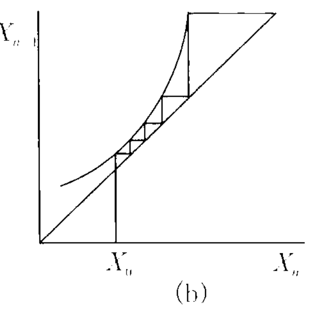


图 1　负反馈和正反馈在 $X_n - X_{n+1}$ 平面内的轨迹

（a）负反馈；（b）正反馈

现在之所以公认混沌的发现是 20 世纪科学的第三次革命，一方面是因为混沌指示了一种通过确定方式达到不可预见性的途径，更主要的原因是因为过去人们看到了正反馈的巨大作用，然后误把其中很多作用当成混沌的作用。例如蝴蝶效应被认为是混沌的结果（张建树，2006），其实混沌不会使变量的数值发散，蝴蝶导致的混沌顶多能改变龙卷风出现的时间和地点，真想让蝴蝶刮起一场龙卷风必须依靠正反馈。

著名混沌学家 D·吕埃勒（Ruelle）认为，对于生物学来说"从动力系统的观点来仔细研究是十分有益的，并能产生一些重要结果。只是因为从方法论的观点来看，这一问题是十分困难的。"我认为困难就在于过去没有把反馈的思想应用到生物学，一旦把反馈应用到生物学就必将带来 D·吕埃勒所说的"将动力系统概念

应用到生物学的激动人心的时期”（张建树，2006）。

3.1.3　反馈创造世界

原子弹爆炸时，一个中子轰击一个铀－235的原子核，使它产生裂变，释放能量的同时也释放出多个中子，这些中子又可以轰击更多的铀－235的原子核，释放更多的能量和更多的中子，形成一种正反馈。其实所有的爆炸都是正反馈引起的——被引燃的燃料越多，放热速度就越快；而放热速度越快，被引燃的燃料就越多。或者以链锁自燃形式燃烧——如果一些活性物质使某种放热的化学反应速度提高，这种化学反应又能产生更多的活性物质，那么活性物质的数量和放热量就会呈指数增长。

因为所有的爆炸都是由正反馈引起的，所以我确信宇宙大爆炸也是正反馈的结果，虽然我们还不知道这种正反馈的具体机制，但可以认为正反馈创造了宇宙。

正反馈还是我们揭开生命之谜的金钥匙，过去人们之所以一直没有揭开生命那层神秘的面纱，就是忽视了正反馈的作用。1967年诺贝尔化学奖的获得者德国科学家艾根认为超循环是生命运动的基本原理。其实，超循环就是一种正反馈，但是艾根没有完全说清楚正反馈对于生命的意义。我认为，自然条件下能实现自复制的比较稳定的大分子结构才是生命产生的充分必要条件，自复制能够解决生命的复杂结构产生的概率问题。繁殖的结果是数量的指数增长，指数增长的结果是一场突变，如果条件许可，它们的数量将达到天文数字。因此即使条件很恶劣，也总有一定数量的生物存活，即非平衡态的结构能持续存在。因此，生物的复杂结构能持续存在的主要原因是数量的指数增长，而产生指数增长的原因是自复制，自复制是一种正反馈。有了正反馈，进化的世界观才能成立，才能战胜热力学第二定律引导的退化的世界观。

正反馈和负反馈这么重要，最好用一个形象的符号来代表它们，这时我想到了太极阴阳图。用这个阴阳互动的图形来代表反

馈再准确不过了。道家云:"一阴一阳谓之道",这道就是事物发展之路。中国古代没有反馈这个概念,但阴阳互动的思想完全可以使我们确信,中国古人的头脑中已经非常清晰地出现了反馈的思想。另一方面,阴阳互动代表矛盾的对立统一,包括主体和客体、物质和意识的对立和统一,这些内容也是生命哲学的主要内容。

3.2 正反馈的其他作用

我们在生活中总能看到很多均变或量变的现象,所以均变论在传统理论当中长期占统治地位。赫顿有句名言:自然界中没有飞跃。达尔文更是一位坚定的均变论者(田洺,1996)。但在传统理论中突变论也有一席之地。神话传说中包含很多突变的事例,例如,上帝创世说就是突变论,这说明人们的世界观中并不完全排斥突变论。黑格尔是世俗哲学中突变论的代表,恩格斯也认为"自然界完全由飞跃所组成"(恩格斯,1984)。

笔者认为世界的运动变化有渐变和突变两种形式,只看到渐变或只看到突变都是片面的。均变或渐变系统当中大多数都是负反馈系统。而很多突变是由正反馈导致的,也有很多突变与正反馈无关。

前面介绍了正反馈和负反馈的意义,宇宙大爆炸是正反馈的结果,正反馈还是我们揭开生命之谜的金钥匙。此外,正反馈还有以下作用或表现。

3.2.1 物理学和工程领域

(1)滚雪球和雪崩;

(2)千里之堤,溃于蚁穴;

(3)金属应力集中导致缺陷增大,缺陷增大使应力更加集中;

(4)柴油机转速提高会使喷油泵供油增加,供油增加又使转速提高,这个正反馈最后使转速急剧提高,柴油机飞车;

(5)汽油机的爆燃与表面点火互相推动,形成剧烈爆燃,即激

爆；

(6)计算机的进步带动各个方面的发展，这些发展又从不同的方面促进计算机的运算能力提高。摩尔定律描述并解释集成电路或者芯片的运算能力(例如，电子元件密度、电子信号处理速度，等等)每年都成两倍增加(雨果·德·加里斯，2007)。

(7)计算机病毒就是一些能自复制的程序，其数量可以呈指数增长等。

3.2.2　生物和化学领域

(1)寒武季开始于5.7亿年前，结束于5.1亿年前，寒武季之前的地层中动物化石较少，而在寒武季的地层中发现了种类繁多的动物化石，称为寒武季物种大爆发。这个爆发和爆发之前的引发都是正反馈在起作用，基因突变导致物种增加，物种增加使更多的突变成为可能。同时，动物与植物之间也存在一个正反馈：收割者为生产者有更大的多样性制造了空间，而这种多样性的增加又导致更特异的收割者的进化(斯蒂芬·杰·古尔德，1997)。

(2)SARS和所有的传染病的传播过程都是正反馈，引起传染病的细菌和病毒的繁殖也是正反馈。

(3)蝗灾、鼠灾等的泛滥过程都是正反馈。

3.2.3　社会科学领域

(1)竞争是正反馈，有竞争就容易带来指数增长，这又被称为鲇鱼效应。沙丁鱼离开深海就会死亡，但如果在沙丁鱼的鱼槽里放入鲇鱼，沙丁鱼为了不被鲇鱼吃掉只好拼命游动，于是能被活着运上岸。竞争是社会发展的主要动力之一，无论是人与人之间、企业之间还是国家之间，竞争都发挥了极大的作用。例如，洛杉矶市主办奥运会时，尤伯罗斯规定奥运会的赞助商只选30家，每个行业只选一家，于是企业之间就开始竞争起来，最后这次奥运会成为第一个赚钱的奥运会。所有的军备竞赛也都是正反馈，古希腊文明和春秋战国时期的百家争鸣都是竞争的结果，民主制度的本质

是鼓励竞争。

定理:竞争是促进生物和人类社会进化的最主要的动力之一。

所以竞争是促进社会发展的最好方法之一,虽有缺点,但无可取代。现在有些地方以防止恶性竞争、避免过度进入为由提高企业经营资质的门坎,但这样取消竞争是不是就公平了呢?我认为竞争只对那些竞争能力差的企业来说是恶性的,而对那些竞争能力强的企业来说是发展的机会。取消竞争会使好的企业失去机会,任何取消竞争的理由都是不成立的。

(2)与燃烧放热无关的各种爆炸都是由正反馈引起的。生的孩子越多,下一代人进入生育年龄以后就会生更多的孩子,这种恶性循环造成了人口爆炸。人类掌握的知识越多,创造知识的能力就越强,教育的普及程度亦越高,这种正反馈造成了知识爆炸。

(3)马掌钉的故事:英国理查三世与亨利决战时,因为一个马掌钉没钉好而失败。

(4)冤冤相报是正反馈,导致矛盾激化,甚至引发战争。所以避免战争的关键是跳出这种正反馈,跳出正反馈的方法是用公正的审判维护正义,申冤昭雪,惩恶扬善。

(5)交通拥堵使心急火燎的司机不愿意礼让,于是加剧拥堵。

(6)社会经济扩大再生产中,增量越大,总产量就越大,总产量越大,增量就越大。但同样是指数增长,也有区别,小的差别会迅速变成巨大差别。例如,中国年增长7.2%,日本如果年增长3%,那么70年后的差别就是16倍。现在如果中国的GDP每20年翻两番,那么2050年就达到1980的100多倍。日本在明治维新的时候,国力还不如中国,明治维新以后开始快速指数增长。到甲午战争是50年左右,到1937年是近百年时间,这时日本已经远远超过了中国。

(7)企业团组集聚和城市效应:企业集中使就业机会增加,导致人口聚集,人口聚集使市场扩大,吸引更多的企业。

(8)中国乡镇企业异军突起,以及其他很多政治、经济、文化、宗教组织的快速发展都是正反馈。

(9)第一次世界大战后的大萧条:一个行业的危机带来所有行业的崩溃,最后造成损失2500亿美元,欧美各国生产倒退了20多年。

(10)节俭悖论:每个人都节省,社会经济就会停滞,经济停滞,人们就更节俭。但劝人消费不会成功,因为每个人都是劝别人掏钱,自己获利,所以凯恩斯主张增加公共开支。

(11)金融恐慌,银行挤兑。

(12)股市的暴涨暴跌。

(13)墨菲定律:如果坏事情有可能发生,不管这种可能性有多小,它总会发生,并引起最大可能的损失,即中国人说的怕啥来啥(翟文明,2005)。其实这往往只是夸张和担忧,但有时的确如此,原因主要是心里的担心、胆怯会影响人的行为,使损失加剧,损失加剧更会使人担心、胆怯。

(14)重点校、重点班加剧两极分化,好学生自信,成绩越来越好,差学生破罐破摔,一步赶不上,步步赶不上,等等。

3.2.4　正反馈构建负反馈的作用

前面提到的正反馈的三种作用都是制造突变,此外,正反馈还可以构造负反馈,维护系统的稳定。生物的正反馈有很多种,包括最简单的自复制和艾根讲的超循环等。生物的负反馈与非生物的负反馈之间,除了复杂程度、环节多少之外还有一个重大区别,就是生物的负反馈中大多数都以正反馈为基础。

例如,狼和羊的数量相互影响,形成负反馈,使两者的数量都保持稳定。狼和羊的繁殖都是正反馈,当狼的数量很少时,羊的数量就会因为正反馈的作用而呈指数增长。所以,在这种负反馈当中,有一部分环节是正反馈。大部分生态系统都是负反馈系统,而这些负反馈都是以正反馈为基础的。

生物体内的多数负反馈系统也都以正反馈为基础。例如，白细胞数量受到外界影响而大量减少时，自复制的功能可以使白细胞的数量重新开始指数增长，很快恢复到原来的水平。可见，在这个使白细胞保持稳定的负反馈机制中，正反馈是一个主要环节。

非生物系统的负反馈当中也有可能包含正反馈，但比较少。正反馈与负反馈的组合作用是生物神奇功能的主要来源。而无论是正反馈还是负反馈都不需要目的论，而且是铲除目的论的主要论据。

过去人们对于反馈也有很多研究，但都没有给予足够的重视。笔者认为，反馈的重要性可以归结为一句话："反馈创造世界"。

3.3 正反馈的形成和破坏

正反馈有时看起来很容易形成，正反馈与负反馈之间的转变或与非反馈系统之间的转变，可能只是一个很小的变化。例如，窗户的固定轴从上边缘变到下边缘，这个系统就从负反馈系统变成了正反馈系统。我办公室门上的窗户固定轴原来就在下面，有一次固定杆坏了，窗户翻下来，玻璃砸得粉碎。但有时正反馈的形成条件很难具备，例如，自然界用了30多亿年的时间才达到寒武纪物种大爆发的正反馈条件。

所有的反馈都是相互作用，但不是所有的相互作用都是反馈。如果甲和乙之间有相互作用，但甲对乙的作用不是以改变乙对甲的作用，那么这种相互作用就不是反馈。例如炎热的天气会影响沙漠的水分蒸发量，沙漠的水分蒸发量也会影响天气，但这种影响不能明显增加沙漠的降水量，所以不能称为反馈。

正反馈形成之前，系统往往受负反馈或其他机制控制，系统各种属性变化很小。正反馈形成之后的变化过程表现为一条S曲线（逻辑斯特曲线），S曲线的增长期包括迟缓期和爆发期。在爆发期，与正反馈环节相关的属性很快产生突变。突变进行到一定程度，会破坏正反馈的某些环节，从而使正反馈功能减弱或消失，进

入S曲线的减速期。例如原子弹爆炸时，中子越来越多，同时轰击大量的铀-235的原子核。然后铀-235很快被消耗完毕，正反馈的条件被破坏，爆炸过程停止。所以，正反馈进入爆发期以后往往只能作用很短的时间，这样正反馈就可以成为负反馈中的一部分。

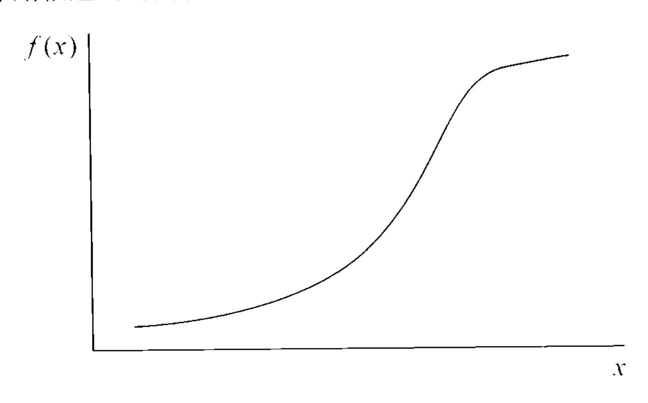


图3.1　S曲线（逻辑斯特曲线）

生物的正反馈总是以这种S曲线的方式起作用。例如，人类皮肤的表皮细胞总是不停地分裂，但是抑制因子即所谓细胞分裂抑制素通常会阻碍它的分裂。在皮肤受伤的情况下，抑制因子就消失了，不再阻止细胞分裂，于是表皮细胞可以开始呈指数增长。当伤口愈合后，抑制因子的局部浓度重新上升，从而阻止细胞进一步分裂。

3.4　突变的原因

一个小球处在山顶，不管向左还是向右移动一点都会立刻滚到山下去，或者说一个小的涨落就能使它进入正反馈。正反馈导致突变，即小球的速度迅速增大，以后再也回不到原来的位置了。耗散结构理论注意到了分岔时微小扰动能引起不可逆转的结果，但耗散结构理论只强调扰动的偶然性，而没有注意分岔的必然性，即没有注意到正反馈的作用。偶然的事件随时都会发生，但大多

数偶然事件都不会引起突变，只有少数偶然事件会引起突变。所以扰动并不是突变的主要原因，正反馈才是主要原因。

我们在分析某件事情的原因时往往可以列出很多条原因，这些原因可能都是必要条件，但它们的重要性却可能相差很多。有的原因非常关键，有的原因不值一提。所以我们在进行理论分析时，如果把每一个必要条件都当成重点，那就很可能掩盖了关键内容。

例如，人类的生存需要很多必要条件，有些是非常重要的，如能源、水源、食物等稀缺资源，而有些条件一般情况下可以不提，如碳、氢、氧等元素。对于突变产生的原因来说，正反馈就是关键原因，扰动虽然是必要条件，但扰动不是稀缺资源，所以无足轻重。

3.5 正反馈的应用

在人类实践的过程中，成本与收益的比例不是固定的。一个几十吨的压路机除了压路再也没有别的作用了，投资几百万、几千万，花一两年的时间才能把一座大楼盖起来。但有时一点很小的投入就能换来巨大的收益，这就叫四两拨千斤，这如同杠杆和价值规律的作用，而能起到四两拨千斤作用的方法都可称为绝招。正反馈和负反馈的重要性就在于它们总能起到四两拨千斤的作用，它们是常用的绝招。例如，价值规律的作用是负反馈，竞争是正反馈。

是不是所有的绝招都是正反馈和负反馈的应用呢？也不是，但可以肯定地说，我们能见到的绝大部分绝招都是正反馈和负反馈的应用。

既然正反馈有那么大的作用，那么我们就应该有意识地运用正反馈。运用负反馈的效果大家都司空见惯了，但运用正反馈的效果大家平时不大注意。下面举些例子：

(1)毛泽东强调慎重初战。第一仗打得好可以极大地提高军心士气，士气高涨，战斗力提高，就可能导致决定性的胜利。

(2)幼教循序渐进。第一次教得少,让孩子觉得不难,有了信心,没有排斥心理,下次就容易接受,学得多了之后,就更有信心。如果父母见到缺点就训斥,训斥多了孩子就皮了,于是家长更是严厉训斥。多数孩子生下来都是天才,但多数天才都这样毁掉了。

(3)仁爱可以引发正反馈,爱人者人恒爱之,敬人者人恒敬之。仇恨也可以引发正反馈,在公共汽车上踩别人一下,就会引发一场剧烈的争吵。这就是一个突变,这种突变产生的原因是仇恨引发的正反馈。按照主体的意愿改变他人态度和行为的途径有三种:胁迫、交换和仁爱,其中只有仁爱能引发正反馈。孔子看到仁爱和仇恨能引发正反馈的性质,想自觉地引发仁爱的正反馈,避免仇恨的正反馈,所以,他用一生的精力弘扬仁爱。

(4)机会经常与正反馈相伴,机会错过就抓不到了。那么有没有不与正反馈相伴的机会呢?有,而且有很多。只不过,人们不把它们称为机会,而称为必然性或者客观规律。边际效应的作用使人们更重视那些难以得到的稍纵即逝的机会。因势利导是指自觉地促成突变,引导的方法主要是构造一些正反馈的条件,被引导的对象是各种扰动。

(5)多米诺骨牌。

(6)名人的光环效应。

(7)自信的人敢争天下先,于是成功的机会多,而成功使人更加自信。

(8)品牌效应。

(9)营销造势。了解的人多了,街谈巷议会产生更大的影响,形成羊群效应,即从众效应。另外传销也是典型的正反馈,下家的数量呈指数增长。

(10)凯恩斯主义:政府增加消费使市场活跃、带动私人投资、导致破窗效应等。

3.6 竞争

前面讲到了竞争的意义,下面再对竞争的形式作一些讨论。

竞争有四种,无规则无标准竞争,有规则无标准竞争,无规则有标准竞争,有规则有标准竞争。

最早的竞争是无规则无标准竞争,就是野蛮的弱肉强食。在人类产生以前和人类社会的早期,弱肉强食的竞争一直是进化和人类文化发展的主要动力。甚至在当代,它也在很多场合发挥着作用。生物的竞争没有标准,人类的竞争大多也没有人为设定的标准,实际的标准是生存或行为能力,如果失去行为能力或死亡就叫输了。

如果人对于竞争的结果设置胜负的标准或有裁判,但没有竞争的规则,这种竞争就是无规则有标准的竞争。例如皇位的竞争,老皇帝掌握胜负的标准,他说谁胜谁就胜,但往往没有竞争的规则,可以使用各种正当的和不正当的手段,包括各种阴谋和杀戮。

弱肉强食的竞争与人道主义是矛盾的。人道主义是人类进步的产物,也是人类进一步发展的必要条件。于是就产生一个问题:在竞争和人道主义之间如何取舍。人类解决这个问题的方法是制定竞争的规则,于是形成有规则的竞争。这种竞争是文明社会发展的主要动力。

但竞争的规则如何制定是一个复杂的问题。规则的作用是限制竞争,限制多了就可能削弱竞争对社会的推动作用,即降低了效率。而限制少了,又违反人道主义,不能满足人们对公平的要求。处理这个问题的常用原则是:效率优先,兼顾公平。这种原则可以称为人道的达尔文主义。这种人道的达尔文主义在现代社会中占主导地位。

在有规则的竞争中，大多没有人为设定的胜负标准和裁判，对于竞争的结果每个人都有自己的不同的评价，每个人都可以宣布自己是胜利者。只有考试、民主选举和有组织的比赛才是既有规则又有标准的。

第4章　负反馈

定义：

1. 控制：人为设计和使用负反馈系统。(4.3)

2. 延迟：系统的变量回到吸引子位置需要的时间。(4.5)

3. 失稳：当扰动极大时系统摆脱负反馈的控制，不能再回到吸引子的位置。(4.5)

4. 失控：如果吸引子是人为设定的，这种失稳就叫失控。(4.5)

5. 势垒：失稳发生时，变量的数值叫做负反馈系统的势垒。(4.5)

4.1　负反馈创造世界

大家对于负反馈系统都很熟悉，例如，单摆、弹簧、空调、导弹等等。多数生物都是负反馈系统。高级生物的体内有多重负反馈，这些负反馈可以维持生物体内的结构稳定，并且保证生物实现特定的功能。高级生物的结构非常复杂，如果离开了这些负反馈功能，生物的结构马上就会被破坏。植物的趋光性、恒温动物体内的温度控制以及所有感觉器官参与的生命活动包括觅食、逃生、求偶、养育后代等都是负反馈活动。人体的免疫系统、再生系统、血液循环系统、淋巴系统、神经系统等都具有保持人体结构和功能稳定的功能，都是负反馈系统。日常生活中的负反馈也随处可见，例如打电话时，对方是否在听，是否听清楚了，都要通过反馈的方法反复证实。反馈是证明信息真实性的重要方法，尤其是重要信息需要反复确认。计算机的运行离不开交互式操作。几乎所有的人类活动都是负反馈活动。

社会组织是复杂的系统，要想让社会组织具有稳定的结构和

功能，就必须建立有效的负反馈系统。在责、权、利当中，“责”意味着如果你的行为效果达不到某种要求就要受到惩罚，这是一种负激励；“利”意味着如果你的行为效果达到某种要求你就可以得到一定的利益，这是一种正激励。负激励和正激励都是负反馈。由于任何系统都有失效和低效的可能，所以要提高组织功能的可靠性一般必须建立多重负反馈回路。

第3章举了那么多正反馈的例子，似乎是正反馈创造了世界，但正反馈总是引起突变，而我们看到的世界为什么是基本稳定的呢？使系统稳定是负反馈的功能，正反馈引起的突变不可能永远变下去，总是持续一段时间后就结束。世界的历史总是突变与稳定交替出现，突变之后就稳定下来，稳定一段时间后又发生突变，这说明世界的历史是正反馈和负反馈交替起作用的历史。易经讲：胜极而衰，剥极而复。古人虽然没有提出反馈的概念，但用自己的感觉道出了这个普遍的规律。

古人还有一个概念就是和，阴阳相冲谓之和。正负反馈同时作用于一个事物，当正反馈的作用大于负反馈作用时，事物迅速发展。当事物的发展达到“和”的程度时，负反馈占了主导地位，事物将趋于稳定，平衡在“和”的附近。当新生事物出现时它离“和”很远，正反馈当仁不让地使它迅猛发展。但物极必返，过不了多久负反馈的作用就会显现出来阻止它无休止的膨胀。而这个“和”（即吸引子）也不是僵化的，它也随条件和事物的发展而变化。

哪里稳定哪里就有负反馈，虽然世界上有很多系统不是负反馈系统，但我们还是可以说负反馈无处不在，而且负反馈是复杂系统最主要的支柱之一。相对而言，正反馈引起的变化时间都很短，下一个变化需要等很长时间才能出现。正反馈的条件需要在负反馈的环境中逐渐形成，而且往往很难形成。所以负反馈统治的时间明显长于正反馈。从这个意义上说，负反馈似乎更重要。但世界从最初变成今天的样子，主要是正反馈的功劳。

4.2 普遍联系和相互作用都不是反馈

马克思主义认为世界是普遍联系的，每个物质都对其他物质有影响，同时也受到所有其他物质的影响，那么这能不能构成反馈呢？可以说能，也可以说不能。虽然每个物质都对其他物质有影响，但很多影响是非常小的，毫无意义。例如，蝴蝶的飞行对织女星也有影响，但毫无意义。在 $X_n - X_{n+1}$ 平面上，这种影响下的函数曲线是一、三象限的对角线，X_n 永远等于 X_{n+1}。在这种影响下系统不会发生任何变化，或者说变化太小，观察不到。马克思主义认为，量变导致质变，这种影响小到一定程度，就发生了质变，可以认为没有影响了，也就不能构成反馈系统。

金观涛（2005）提出，只要系统足够复杂，有足够的相互作用就能形成自耦合系统，这种说法是完全错误的。因为形成自耦合系统的关键是反馈，主要是负反馈，而不是相互作用。反馈是相互作用，但相互作用并不都是反馈。系统足够复杂也不是形成自耦合系统的充分条件，非常非常复杂的系统也不一定能形成反馈和自耦合功能，或者不一定在主要环节上形成自耦合功能。足够复杂也不是必要条件，反馈系统可以以非常简单的结构实现复杂系统才具有的功能。

4.3 自动控制

负反馈系统的来源包括天然形成和人为设计两种。

定义：人为设计和使用负反馈系统叫做控制。

但现在的控制论把天然形成和人为设计的负反馈系统都作为研究对象，所以控制论的内容非常广泛，可分为工程控制论、生物控制论、经济控制论、社会控制论和教育控制论等。

自动控制理论作为一门学科，自它诞生之日起就显示出强大的生命力。在人类社会进步和生产技术发展的各个阶段，自动控制理论都发挥着重要的作用。控制系统分为开环控制系统和闭环

控制系统。开环系统存在一个不可忽视的缺点，即周围环境的变化会影响系统的输出量。闭环控制系统中采用负反馈，能够降低系统误差、提高控制精度，还能使系统对内部参数的变化不敏感，有可能采用一般精度的元件来达到很高的控制要求。其实，开环控制中也有负反馈，只不过这个负反馈回路中把人包括进去了，闭环控制的回路中可以不包括人。

在控制理论和控制实践中，负反馈几乎无处不在，以至于人们甚至忘记了正反馈的存在，说起闭环和反馈都认为是负反馈。随着与信息科学、计算机科学和能源科学等相关学科的交叉融合，自动控制正在向智能化、网络化和集成化的方向发展（刘丁，2006）。

大家都知道负反馈在控制过程中很重要，但到底占据一个什么位置并不十分明确。有些书上把控制的基本功能归结为信息的接收、交换、存贮、处理、反馈和输出（吴舒辞，2000），这种说法是不对的，因为反馈就包括信息的接收、处理和输出。一个系统只要在无人参与的情况下具备负反馈功能，就可以称为自动控制系统，没有负反馈的系统一定不是自动控制系统，即负反馈是构成自动控制系统的充分必要条件。其他所有的条件，包括信息的接收、交换、存贮、处理和输出都不是构成自动控制系统的充分条件。

经典控制理论是研究单输入、单输出的自动控制系统的理论，现代控制理论则是研究多输入、多输出、多参数、非线性等控制系统的理论。经典控制理论以传递函数为基础，而现代控制理论则以状态空间法为基础（吴舒辞，2000）。但不管是经典的还是现代的控制理论，其实现自动控制的基本方法都是一样的，即需要控制什么变量，就针对这个变量设置一个或多个负反馈回路。

生物系统和社会系统是复杂巨系统，这些复杂巨系统能够存在和发展的主要原因是系统结构稳定，能够抵御外界的各种干扰破坏。保持稳定就能不断进化，而系统稳定的主要原因是有多重负反馈回路。生物系统和社会系统的负反馈回路与非生物系统

(包括工程系统)的主要区别是负反馈回路中的一些环节由正反馈组成。

4.4 吸引子

说起吸引子,容易产生一个误解,认为吸引子就是一个点。其实,吸引子是一个函数,点和线都是特定的函数。所以吸引子既可以是一个点,也可以是一条线(包括直线、简单曲线、复杂曲线),还可以是一个面、体或其他函数。

而且,吸引子可以是变化的。在空间坐标中的固定点,在以时间为横坐标的二维坐标系中是一条纵坐标不变的直线,而吸引子可以是时间的复杂函数。例如,一只狼追一只兔子,兔子奔跑时忽左忽右,运动轨迹是一条复杂曲线。狼有一个由感觉器官、神经系统和效应器官组成的负反馈系统。这个负反馈系统不断地调整狼的奔跑方向。而吸引子是兔子的位置,虽然这个位置是时间的复杂函数,但如果狼能始终追随这个点,我们就可以称狼的运动处于一种稳定状态。再如企业的产量计划可以是一条变化的曲线,未来五年里有些年份增长得快,有些年份增长得慢,而这条计划曲线又会在计划实施过程中不断调整。如果企业的实际产量遵循这条不断调整的计划曲线,我们也可以称企业的生产处于一种稳定状态,如果企业的产量多年不变,反而是一种不稳定状态。

控制系统函数的坐标系可以是二维、三维和多维,如果其中一个坐标是时间,那么其他坐标可以是空间位置、人数、产量、质量、系统规模、运动速度、加速度以及人的心情、欲望、幸福程度等各种变量。

人做事都要有原则,那什么是原则呢?其实原则就是负反馈系统的吸引子,原则的作用就是使系统保持稳定。人类的理论分为实证理论和规范理论两种,规范理论就是一系列原则的集合,我们设定原则的过程就是建立负反馈系统,我们按原则办事的过程就是负反馈系统起作用的过程。

人类任何行为都是为了趋利避害，建立理论也是为了趋利避害。人们发现在很多情况下，保持系统稳定对人有利，于是就采取很多措施保持系统稳定，建立规范理论是最主要的措施。建立规范理论要以实证理论为基础，因为人们建立的负反馈系统的吸引子应该是对人最有利的，实证理论可以告诉我们，吸引子与人的利益具有什么样的关系。

任其自然也是一种原则，它指控制的目标是一个范围，而不是一个点，而且这个范围比较大。系统在这个范围内的运动有随意性，好像是一种失控状态。

4.5　负反馈的特性

定义：系统的变量回到吸引子位置需要的时间叫做延迟。当扰动极大时系统摆脱负反馈的控制，不再回到吸引子的位置，叫做失稳。如果吸引子是人为设定的，这种失稳就叫失控。失稳发生时，变量的数值叫做负反馈系统的势垒。

负反馈功能的有限性体现在四个方面：

第一，负反馈系统会保持稳定，但也会震荡，震荡的原因是内部和外部的各种扰动。抵抗扰动的影响虽然是负反馈系统的功能，但这种功能也是有限的。负反馈系统像一个小球处在凹坑里面，在平衡位置两侧的斜坡有一定的斜度，有的很陡，有的很缓，这个斜度决定延迟的大小。民主作为一种反馈，有时让人不满意，延迟很长。独裁可以有效地减小延迟，但系统的可靠性和耐久性小于民主制度。

第二，负反馈系统会失稳和失控，势垒的高度就像是凹坑两侧斜坡的高度，这个高度是有限的。势垒的形状和高低都是负反馈系统的属性，同时也受环境条件影响。例如，着火的临界温度受压力和混合气浓度等影响。

第三，负反馈系统可能被破坏，就像斜坡上会出现漏洞，小球会漏进去，这时势垒突然降低。是否出现漏洞是系统的可靠性问

题。

第四，负反馈系统可能老化磨损，就像斜坡出现变形，小球的平衡位置、回到平衡位置的路径和时间便会发生变化。是否出现变形是系统的耐久性问题。

人为地设计和建设一个负反馈系统的主要工作就是设计和建设势垒。如三峡水利工程，主要的投资和工作都是增高势垒，而且要让势垒可靠、耐久。还有拧紧螺栓等所有的加固过程都是增高势垒。

4.6 自然选择形成的负反馈和正反馈

自然选择也是一种负反馈，大自然就像一个绞肉机，非生物或生物从一端进去，脆弱的被绞成肉酱，顽强的才能免于一死，我们看到的都是幸存者。这些输出将作为新的输入，自然选择的过程永远不会停顿。对于一个物种来讲，幸存的条件是这个物种的个体产生的速度大于被破坏的速度。

幸存下来的物质会改变环境，从而影响自然选择的结果。同时，幸存的物质会不断变化，幸存的物质不同，变化也就不同。所以幸存的物质作为新的输入会影响新的输出，这样构成反馈。这里说的变化包括生物的变异、非生物的变化和社会的变化。自然选择非常严酷，尤其是生物产生以后，每一种生物都会过度繁殖，所以生存竞争总是异常激烈。有序度越大的系统越容易在严酷的环境中生存，而复杂度增大是有序度增大的条件，所以系统会不断向复杂和有序的方向进化（相关内容见第9章9.3）。这种状态可以说成是自然选择对进化有偏爱，或者说自然选择把增大复杂度和有序度设为控制目标。这样一来自然选择构成的负反馈就成为物质不断进化的主要动力。

变异可能会使系统变得更简单，也可能使系统变得更复杂，这

两种可能性都是必然存在的，所以复杂系统必然产生。复杂有序系统的存在使更复杂有序的系统成为可能，而且越复杂种类越多，种类越多可能出现的变化也越多，这样又形成一种正反馈。自然选择形成的负反馈使世界的复杂度保持稳定，不发生大的倒退，自然选择形成的正反馈则使世界的进化不断加速。

第二篇

揭开生命之谜

第5章　生命是什么

定义：

1. 科学语言：不会让人产生误解的语言 （5.1.2）

2. 自复制：如果复制的动力是模板的功能，不需要借助外界的复杂系统，则这种复制叫自复制。（5.3.4）

3. 生物适应环境：生物在某种环境下比较稳定，被破坏的速度明显低于新增的速度，能通过指数增长实现数量的突变 （5.3.5）

4. 生命：生命就是一种具有特殊结构且比较稳定的大分子物质，这种结构使它具有在自然条件下通过自复制等正反馈运动维持自身结构存在的功能。（5.3.5）

5. 生命力：依靠自身的功能，保持自身结构存在的能力 （5.3.5）

定理：

1. 任何一种结构的物质长期存在的条件都是其结构产生的速度大于等于破坏的速度。（5.3.3）

2. 生物产生的充分条件是：

（1）某种大分子物质的结构使它在自然条件下具有自复制的功能；

（2）这种结构在自然条件下比较稳定，能通过指数增长实现数量的突变 （5.3.5）

3. 自然条件下的自复制是一切生物产生的必要条件 （5.3.5）

5.1 生命的定义意义重大

5.1.1 对生命的困惑

在我们周围到处都是生命，包括动物、植物、微生物等。地球上已命名的生物有180万种，估计现有物种有500万～5000万种。我们自己也是生物，每天同生物打交道已经成为每个人生活的主要内容，已经习以为常。但是看看地球之外的宇宙，我们会发现生命原来是那么特殊的现象，除了地球哪都没有生命。

我们从哪里来？从人类诞生之日起，人类就被这个问题困扰着。每个民族的文化对世界、生物和人类起源都有自己的解释，而在科学产生之前，这样的解释往往以神话的形式表现出来，有的甚至有很多版本。

那么生命到底是什么，生命的本质特征到底是什么呢？生命的定义与生命起源的问题紧密相连，生命起源的问题不仅是一个科学问题，还是一个哲学问题，是21世纪人类要解答的四大起源问题（宇宙的起源、地球的起源、生命的起源和人类的起源）之一。它的解决将不仅对科学起极大的促进作用，而且还会在人类的思想史上产生重大的影响。从古至今，不少智者、哲人对生命起源的问题进行过探索，例如，亚里士多德、康德、恩格斯等都曾提出过自己的看法。

现在，科学家已经能够得到全部人类基因图谱和其他生物的基因图谱，但人们对于生命的理解仍然是只知其然而不知其所以然。人思维的基本方式是从大前提和小前提推出结论，如果只有结论而不知道大前提和小前提，人们就感到没有理解这个结论。理解是对抽象事物的了解，任何推理的大前提都是抽象的。基因图谱是具体的，所以得到基因图谱并不意味着理解生命。

在1996年8月发生一件事引起全世界的轰动，传媒炒得沸沸扬扬，而且这件事是由克林顿总统亲自宣布的。原来是有一颗古代陨星可能带有火星上存在生命的证据，这是科学成果直接对大

众产生重大影响的少数几件大事之一。很可能生命是在火星上开始，然后跟随陨星降落到地球上的，于是人们围绕着火星陨星产生了狂热的兴奋。如果这一证据被确认，它要么表明生命在太阳系开始了两次，要么表明生命是从一颗行星传播到另一颗行星上的。但是如果后一种解释是正确的，那么尽管发现生物可从一颗行星跨越到另一颗行星是如此让人兴奋，但生命的最终起源仍是一个不解之谜（保罗·戴维斯，2004）。

在生物技术飞速发展的今天，人类操控生命的能力正在逼近产生生命的那一刻。可是当科学家们从生物学、天文学和机器人学等各领域研究生命时，"什么是真正的生命？"这个重要的问题仍需得到回答。美国航空航天局科学家则在太空中寻找生命，但是如果发现某些物质具有一定的生命特征，那么应该如何判别它们是不是生命呢？根据什么标准去判断呢？这个标准最好是个简单好用的标准，即使不简单，也必须非常明确，不能含含糊糊、自相矛盾。但问遍了生物学家和哲学家，答案却五花八门，莫衷一是，这可让宇航员和航天局的科学家们为难了。"怪异生命"委员会担心现在的科学家在寻找外星生命时也许太地球中心化了，敦促航空航天局在寻找生命时避免"固定在碳"物质上，即使碳经常被称为地球生命的支柱。但"怪异生命"委员会也说不清生命的本质特征到底是什么。

如果碳不是生命的必需物质，那么硅呢？换句话说，机器呢？比尔·盖茨认为到2029年，机器将有能力通过人工智能的主要测试，能够像一个人那样回答问题，一些未来学家正在探索这样的机器人是否应被认为是生命的一种形式。控制论已经把负反馈系统讲清楚了，计算机科学已经能实现大脑的功能了，但计算机还是死的东西。现在只缺少两个要点，第一是生命的本质，第二是意识的本质。有了这两点才能说清楚计算机能否变成活的东西。

美国宾夕法尼亚大学生物伦理学家开普兰（Art Caplan）说：

"近400年来,'生命是什么'成为生物界的核心问题",也是20世纪后叶政治和社会辩论的中心,如同争论堕胎和胚胎干细胞研究一样的热烈和意见分歧。

生命的问题是个古老的话题,过去西方人认为生命是上帝创造的,中国人认为生物是大地的造化,这些说法显然都不科学。后来有人认为生物体内有一种物质叫活素,有了这种物质生物就活了。如果真是这样,那咱们把活素提取出来,放在机器里,机器不就活了吗? 但谁也找不到这种东西。

保罗·戴维斯是一位著名物理学家,被誉为大西洋两岸最好的科学作家。在他写的《第五项奇迹》一书中指出:"一项有望改变我们赖以了解物质世界的原理的发现就值得列为紧急优先课题。两个半世纪以来,生命起源之谜一直使哲学家、神学家和科学家困惑不已。在即将来临的时代,我们将有黄金般的机会在这一领域取得某些主要的突破。科学家们现今举步维艰的事实使这种机会更加令人兴奋,也更加引人注目。""这个理解的鸿沟不仅是对某些技术细节的忽视,它还是一个主要的概念空白。笔者并没有暗示生命的起源是超自然的,而是想说我们失去了整个过程中一些非常基础的东西。如果是这样,正如许多专家和评论家所认为的,只要条件许可,生命就会产生,那么确实在宇宙间发生了一些非常有趣的事,一些意义深远的哲学变化。就像宇宙的起源和意识的起源那样,这是某些更为深刻的东西的表征,因为它检验着我们的科学基础和世界观基础。"(保罗·戴维斯,2004)保罗·戴维斯说的这个"概念的空白,"笔者认为主要是正反馈。

5.1.2 科学性的判定标准

人们常把社会科学称为软科学,所谓软就是不够科学,所谓不够科学就是指导实践的能力比较差。在社会科学中有些学科已经比较硬了,例如管理学、经济学;有些始终很软,如哲学、社会学。一个学科是软还是硬主要取决于两个因素:第一,使用的语言中有

多少不是科学语言。一门学科使用的词汇中，没有严格定义的词汇越多，它的科学性越差。第二，看它的真理性，即逻辑统一的程度和被实践证明的程度。

定义：科学语言就是指不会让人产生误解的语言。

我用一个词语或句子表达我的一个意识，你听到这个词语或句子时，产生的意识与我相同，不会产生不相同的意识，这样的语言就叫科学语言，会产生不相同意识的语言就不是科学语言。例如，我说："毛泽东"，你不会想到别人；但我说"王强"时，我指的是站在东边的王强，你想到的可能是站在西边的王强。所以大部分人名都不能成为科学语言，而身份证号码则是科学语言，绝不会产生误解。

现在的社会科学中经常出现一些不科学的语言。例如，"人与自然融为一体"。什么叫"融为一体"，盐溶解到水里可以叫"融为一体"，就是找不到双方的边界。但是人和自然的边界怎么会找不到呢？是不是胳膊和大树长在一起了，脑袋和西瓜长在一起了？"融为一体"是一种艺术的夸张，没有特别明确的含义，每个人都可以展开想象，自由发挥。既然可以自由发挥，那么说这句话的人与听到这句话的人就很可能有不同的想象，因此它不是科学语言。

社会科学应该使用科学语言，当然这没有那么容易，要做到这一点往往需要首先实现更大的逻辑统一。数学可能是最早形成科学语言体系的学科，数学有哲学意义，数学的概念、结论和思想方法可以应用于很多具体科学，不仅应用于自然科学，也可以应用于社会科学，现在经济学中就使用到很多数学语言，但这种具体科学在社会科学中的应用总的说来还很少，更应引起重视。

5.1.3　准确和彻底的定义

定义的作用就是构造科学语言。日常语言中用的词语有两个缺点：不统一，不够用。定义可以统一大家对词语的理解，还可以

引进新的词语。

既然定义的作用是构造科学语言，那么定义就必须准确，不允许有不准确的定义存在。现在的社会科学当中有很多不准确的定义，甚至形成了一种风气，定义项的内涵和外延往往与被定义项的内涵和外延不相等。恩斯特·迈尔说："生物科学中的进步并不是以个别的发现（不管这项发现多么重要），也不以新理论的提出为特征，而是以新概念逐渐发展的，但是决定性的发展和那些从前占统治地位的概念的抛弃为特征。"（王姝彦，2003）其实不光是生物科学，所有学科的发展都是以概念的发展为特征的。恩格斯在《资本论》英文版序言中指出："一门科学提出的每一种新见解，都包含着这门科学的术语的革命。"

过去的哲学理论，尤其是德国的哲学理论非常重视定义，所以德国的哲学一度非常发达。自然科学当中更是非常注重定义的准确性，过去和现在都是如此。我们不应该满足于软科学的现状，应该让社会科学硬起来，让它能经受风吹雨打，坚定不移，追求理论的彻底性。要想让理论彻底，首先定义必须彻底。在定义中，被定义项是未知的概念，定义项应该是已知的、有明确定义的概念组合。如果定义项中有的概念是未知的、没有明确定义的概念，那么这样的定义就是不彻底的定义，因此本书力求给出重要概念尽可能准确、彻底的定义。

很多概念允许有狭义和广义之分，但狭义定义的外延必须是广义定义的一部分，不能大，也不能交叉。

理论应该使用科学语言，并不是说科学语言一定比艺术语言好。艺术语言往往更容易被人接受和理解，更适于表达情感。所以科学语言并不排斥艺术语言，而是要根据需要使用。科学理论中也可以适当地使用艺术语言，不能像有些教科书一样总是板着面孔，可读性越来越差，很多科学名著其实是很亲切的。所谓适当地使用艺术语言，就是既让人容易接受，又不会产生不必要的误

解。

5.1.4　定理的含义

定理都是一些重要的结论，但不是所有的重要结论都可以称为定理。那么什么样的重要结论可以称为是定理呢？

首先，定理一般都是全称命题，只有少数定理不是全称命题。但不是所有的全称命题都是定理。

其次，定理是指在理论的树状结构中的那些能分出很多枝的茎。理论中的很多结论都是用演绎的方法推出来的，从一个结论推出三四个结论，再由这三四个结论推出十个或二十个结论。所以理论的基本结构是树状的，而定理是指在理论的树状结构中能分出很多枝的茎。定理不一定处于根部，可能是级数比较高的枝，即比较靠外的枝，但从它这里要分出很多枝。有些重要结论很靠近根部，但分不出很多枝，不能当成定理。

其实，被称为定理的重要结论和不被称为定理的重要结论并没有本质的区别，是否把某个结论称为定理，决定因素是看方便与否。因为定理能分出很多枝，即定理作为演绎推理的大前提可以推出很多重要结论，是常用的结论，所以就给它一个特别的名分。本书中的很多定理不是我发现的，但它们以前没有以定理的形式表述。笔者觉得这些重要结论用定理的形式写出来是一件很重要的事。笔者提出来的定理是否正确，是否真的能够算作定理也有待验证。那么，什么叫常用呢？有没有一个量化的标准呢？现在还没有。但将来应该定一个大致的标准，否则定理太多也不行。

5.2　现有的生命定义的缺陷

现有的对生命的定义主要有两种：一种是主要从生命的性质和功能来定义生命，可以叫做功能定义；另外一种是从生物的特有结构来定义生命，可以叫做结构定义。功能定义也有两种，一种认为生命是多种性质的集合，所以又称“集合定义”；另一种强调少数几种或一种性质为生命的本质性质，可以叫做“根本性质定

义”。这些定义都有明显的缺陷。

5.2.1 四种根本性质定义

根本性质定义目前主要有四种：新陈代谢说、灵活适应说、信息说、繁殖说。

（1）新陈代谢说

新陈代谢说认为活的生命的一个基本的表现就是其体内一直在进行着物质代谢和能量代谢。20 世纪 40 年代，埃尔温·薛定谔（Erwin Schrodinger）写了《生命是什么》一书，把这种新陈代谢观点作了进一步发展，提出了“负熵说”生命定义。到了 20 世纪 70 年代，这种负熵说被发展成为“自创生说”。

但很多非生物也有新陈代谢和产生负熵的功能。例如内燃机能不断地吸入空气和燃料，排出废气，并产生负熵，即把热能转变成机械能。所以新陈代谢和产生负熵不是生命产生的充分条件。在生命产生的过程中，必然伴随着能量转化和利用，但这不是最重要的，非生物也会利用能量。所以研究生命的起源和本质的关键问题，不是生物消耗了多少能量，而是生物如何利用能量形成复杂结构。

（2）灵活适应说

灵活适应的生命概念是由美国里德学院的哲学教授马克·贝多（Mark Bedau）提出来的。贝多把他的生命定义写成这样：

X 是生命，当且仅当 X 是灵活适应系统，或 X 以恰当的方式与灵活适应系统相联系（李建会，2002）。

这个定义的缺陷是没有说明如何判断一个系统是不是灵活适应系统。很多非生物都是复杂多变的，例如，河流、云彩、沙丘，你能说它们不适应环境吗？死亡了的生物和灭绝了的生物是不是灵活适应系统呢？另外，马克·贝多没有说明繁殖是不是灵活适应的充分条件。

（3）信息说

李建会(2002)认为,信息定义强调的是,生命在生长和繁殖过程中信息的传递作用。一个实体如果具有冯·诺伊曼式的自我复制或繁殖的能力,那么这个实体就是有生命的。如果传递信息是指自我复制或繁殖,那么这个定义是正确的,但李建会没有把繁殖与生物复杂结构产生的原因结合起来,没有用繁殖去解决目的论的问题,而把传递信息当成鉴别生命的主要依据。很多非生物都能传递信息,所以把能否传递信息当成鉴别生命的主要依据是错误的。

你可以说生命的本质是信息或传递信息,但你不能说非生物的本质不是信息或传递信息。你可以说生命的本质是信息,我还可以说生命的本质是物质,是运动,是能量转换,是系统。但这些判断能作为生命的定义吗?显然不能,因为前项和后项的内涵外延都不相等。

如果想研究生物与非生物的本质区别,那么就必须找出生物具有而非生物不具有的属性。如果你找出的属性生物具有,非生物也具有,那么就达不到目的了。非生物也能传递信息,但生物传递信息的功能与非生物不同,如果把这种不同找出来,才算找到生物与非生物的区别。笔者认为只有能传递自身结构的全部信息的物质才是生命。计算机也能传递信息,但所传递的信息往往与自身的结构无关,或者不是自身结构的全部信息。

(4)繁殖说

进化生物化学家梅纳德·史密斯(J. Maynard Smith)曾说过,我们应该把任何具有繁殖、遗传和变异属性的实体群体当作是活的(李建会,2002)。

梅纳德·史密斯的定义实际上已经把主要内容都说清楚了。但持这种观点的人很少。梅纳德·史密斯虽然很有名,但他的观点也没有引起很多人的注意。好像没有一本与生物学有关的教科书采用他的定义,更不被认为是生命之谜的最后答案。贝多的理

论是在梅纳德·史密斯的基础上发展来的，但贝多只继承了他的适应的思想，而把最核心的思想抛弃了。

梅纳德·史密斯的定义本身也有缺陷：繁殖和遗传是一回事，不能并列，变异不是生物特有的属性；而且他没有强调生物数量突变的作用，没有把这看作是生物适应环境的关键环节。另外，梅纳德·史密斯没有明确地把他的观点用于解释生命的起源，他主要关心进化的问题。

5.2.2 集合定义

集合定义往往是通过列举生命的一系列特征来定义生命。例如，迈尔总结的生物有机体的八大特征是：复杂性和组织性、化学上的独特性（酶、磷酸化合物、脂类等的功能独特且高度专一）、性质（生命世界的研究多数是定性研究）、独特性和变异性、遗传程序、历史性性质、自然选择、不确定性（桂起权 2003）。

但在生物的这些特性中，显然有很多特性不是普遍的，不是形成生命的必要条件，如果只具有其中的一部分特征是不是生命呢？例如，生长和分化虽然是生物特有的，但这不是所有的生物都具有的特征，病毒和单细胞生物都没有生长和分化的功能。

在迈尔总结的这些特性中，复杂性和组织性、独特性和变异性、历史性性质、自然选择和不确定性都不是生物独有的特征，很多非生物也具有这些特征。迈尔没有给"组织性"和"自组织"下一个明确的定义，具有负反馈功能的非生物系统都可以被认为具有自组织的能力，复杂而有序的非生物比比皆是。进化的能力来自于遗传和变异，遗传是生物的本质特征，而变异不是生物的本质特征，非生物也有变异。如果说只有遗传物质的变化才叫变异，那么生物与非生物的区别是有没有遗传物质，而不是能不能变异。非生物的变异和自然选择与生物的变异和自然选择没有任何本质区别，只是使用了特定的名称而已。非生物也可以具有化学上的独特性；说生命世界的研究多数是定性研究，这也只能说明生物结

构复杂，随着科学的发展，对生物的定量研究会迅速增多。

总之，集合定义中有很多特征不是生物特有的，不能把生物与非生物区分开，有时候人们称某种非生物，例如，火焰、河流、地球有生命力，便是因为它们具有上述的一种或几种特征。同时集合定义中又有很多特性不是普遍的，不是形成生命的必要条件。所以这样罗列无法找到生命的本质特征。

5.2.3 生命的结构定义

多数功能定义都没有深究生命现象产生的原因，而只停留在对现象的分析上。新陈代谢是一种现象，灵活适应和信息传递也都是现象。作为定义也许是可以的，但要探寻生命的本质，必须探寻这些现象产生的原因。本书第1章讲过系统论的基本出发点是系统的结构决定功能，生物具有与非生物不同的功能，原因在于生物具有与非生物不同的结构。

19世纪，恩格斯主要从大分子的角度定义生命。他说："生命是蛋白体的存在方式，这种存在方式本质上就在于这些蛋白体的化学组成部分的不断的自我更新。"（马克思恩格斯选集，1972）

到了20世纪50年代以后，DNA双螺旋结构的发现及其遗传功能的研究进展改变了人们关于生命的本质是蛋白质的看法。开始把生命的分子基础看作是具有自复制和携带有遗传信息的核酸。本来大家都希望分子生物学可以帮助人们理解生命的本质。然而，在分子生物学革命之后的很长一段时间，主流哲学家和生物学家们似乎完全忽视了生命本质的问题。为什么分子生物学没有解开生命之谜，而当初大家为什么都认为分子生物学能找到生命的本质呢？

分子生物学使用的方法是主要针对成分的还原法，这种还原法曾经成功地为我们找到了物质的本质。物质都是由分子组成的，分子都是由原子组成的，分子的不同属性来自原子的不同组合，而原子的不同来自于质子、中子、电子的组合数目。这种还原

法为什么能让我们满意呢？因为这种还原法找到了所有物质的共性，这种共性就是几种简单的成分和它们的组合，而且这种组合关系是比较简单的组合关系。

生命的共性不像其他物质那样是几种简单的成分和它们的简单组合，而是一种特殊的组合关系——正反馈，这种结构决定了生命的功能。所以分子生物学家像物理学家一样一层一层地去还原生物的成分不可能找到生命的共性。生命的共性与成分无关，而现有的生物具有特定的成分，分子生物学只研究现有的生物，所以分子生物学即使找到了生命的共性，也不能说这是所有生物的共性。分子生物学只能告诉我们现有生命是如何产生的，即在原始地球的特定环境下，通过化学进化的方式产生。但是，离开原始地球的环境，离开化学进化的方式一定就不能产生生命吗？这是分子生物学无法回答的问题。也就是说，分子生物学不能说明这种方式是不是生命产生的必要条件。

与分子生物学相反，系统理论注重系统的结构，不注重系统的成分，所以系统理论对生命研究发挥关键作用不是偶然的。最初的系统论没有发现反馈关系，所以影响不大，后来发现了负反馈，于是控制论便蓬勃发展起来。再后来的耗散结构理论和超循环理论发现了与正反馈有关的一些现象，于是这两种理论盛行30年。但是这两种理论都没有准确地阐述正反馈的作用，甚至几乎没有提到正反馈这个名词，于是“系统热”最终变成了“系统冷”。

如此知道了“系统冷”的原因，那么再让它热起来就不难了。我们知道了正反馈和负反馈的巨大作用，就可以自觉地应用它们解释世界和改造世界，正反馈和负反馈是上帝的创世大法，在人类社会未来的发展过程中，它们一定还会大显身手。

分子生物学使用分析的方法，对现有生物的结构进行分析，用现有生物的结构去解释现有生物的功能，综合的方法使用得比较少。DNA的结构并不等同于有机体的生命，分子生物学只是在观

察生命，而不能理解生命。要想理解生命，说明生物的本质主要是使用综合的方法，而且是必须针对所有的生物和非生物进行综合。首先找到所有生物的共性和所有非生物的共性，然后比较它们的差异，这样才能找到生命的本质，从而给生命下一个确切的定义。而且在所有的生物中既要包括我们见过的生物，也要包括我们没见过的生物，既要包括已经存在的生物，也要包括可能存在的生物。所以生物学家觉得这个问题太哲学，不是他们要研究的问题。

5.2.4　国内外系统科学的有关研究进展

既然分子生物学不能解决这个问题，我们就必须求助于其他学科。令人高兴的是系统科学在这方面已经取得了很大的进展。不过，到现在为止系统科学还没有确切地给出生命本质的答案。

耗散结构理论注意到系统处于非平衡态时可以通过消耗能量产生秩序和自组织。但耗散结构理论没有注意到无论是系统处于非平衡态还是消耗能量都只是产生秩序的必要条件，而不是充分条件。

生物的本质特征不是生物的自组织，因为有很多非生物也具有自组织功能。例如，贝纳德花纹、激光和内燃机。所以，自组织不是产生生命的充分条件。所有的生物都是自组织结构，也都是耗散结构，但不能说所有的自组织结构都是生命，更不能说所有的耗散结构都是生命。另外，生物的自组织功能的种类有很多，不是每个生物都具有所有这些功能。而应该明确指出自复制这种自组织功能才是生物的本质特征。

耗散结构理论把开放性、非线性、涨落当成自组织的关键，但我认为开放性、非线性、涨落虽然都是自组织的必要条件，但它们并不重要，至少对于生命的自组织来说，这些都不是关键。既然开放性、非线性、涨落都是自组织的必要条件，为什么说它们不重要呢？如果我和你一起去炒股，我赚了很多，但你赔了。你问我为什么，我说：这是因为国家有改革开放的政策，政府扶持股市的发展，

而且我又投入了一笔钱去买股票，所以我才会赚很多。我这么说你满意吗？你肯定不满意，因为我没有把我特有的东西说出来，我说的这几个原因虽然都是我赚钱的必要条件，但是并不重要，只有我特有的东西才重要，例如，我了解到哪些股票是长期被低估的，这才是你想知道的。

要揭开生命之迷，必须找到生命特有的东西，开放性、非线性、涨落都不是自组织系统特有的属性，更不是生命特有的东西。宇宙作为一个系统可以认为是封闭的，此外几乎没有一个客观系统不是开放的；涨落到处都是；非线性有很多种，例如正弦曲线也是非线性的，但与自组织没有什么关系。

郑维敏（1998）认为繁殖是物种求生存发展的推动力，它是一种正反馈。其他系统中的自增强、自催化、自组织等都是正反馈作用，是促使事物演化的原因。"但他没有说生命的起源是不是正反馈的结果，对生物如何通过正反馈形成自组织也没有详细的论述。

艾根提出的超循环理论是生命科学的重大突破，国内外学者都将其奉为经典。但学术界似乎并不认为艾根已经给出了生命之谜的最终答案。弗里德里希·克拉默认为艾根的超循环理论虽然重要，但"不是对进化的解释"（弗里德里希·克拉默，2000）

胡皓（2002）对自组织产生的机制作了详细论述。他指出：类似"三分子模型"（2X + Y = 3X）的正反馈作用使系统产生了质上的协同效应和量上的放大效应。由于这类互为因果的相互作用的连锁进行，一个原先只是局部范围的涨落，在一个相对很短的时间间隔内，被迅速放大到整体范围，形成一个新的有序结构。这类正反馈类型的相互作用是系统进化在子系统这一层次上的微观机制。但胡皓没有把这种微观机制用在对生命起源的解释上。

埃里克·詹奇的《自组织的宇宙观》对生命的本质作了比较透彻的分析，在笔者看来，他已经把生命之谜揭开了。但从 1980 年出版这本书到现在已经将近 30 年过去了，人们仍然在问："生

命是什么?"笔者认为这里有两个原因,一个是詹奇虽然认识到自催化的重要性,但没有把自催化或自复制当成生物自组织的关键,而是把非平衡、新陈代谢当成自组织的关键,把涨落和开放性当成达到有序的关键;另一个原因是詹奇的论述中有一些模糊的和错误的概念,例如,他对还原论的批判,还有他认为"自维生系统可以理解为相应于该系统存在层次上的原始形式的意识。"(埃里克·詹奇,1992)而且詹奇也没有给生命下一个准确的定义。这样一来,这本书的影响力就大为降低了。他对生命的解释不仅没有被广大公众接受,也没有被科学界接受。虽然他受到普里高津和拉兹洛等人的推崇,但更多的科学家不接受甚至不了解他对生命的解释。例如弗里德里希·克拉默(Friedrich Cramer)在研究生命的本质时就没有提到詹奇和他的理论,金观涛在《系统的哲学》中认为生命之谜仍然无法揭开,也没有提到詹奇和他的理论。

5.3 生命的准确定义

5.3.1 复杂系统的幸存

大家都在问:生命的本质到底是什么?其实非常简单,生命的本质就是生,就是生存,生物就是生存的物质。那么什么是生?生就是不死,什么是死?死就是复杂系统被破坏,变成简单系统。本来一只羊是一个很好的复杂系统,体内有各种子系统,包括消化系统、血液循环系统、神经系统等,死了以后慢慢地被破坏,变成二氧化碳、水、无机盐和一堆白骨,这个系统被破坏了。生就是系统不被破坏,消化系统、血液循环系统、神经系统始终能保持一定的结构,始终能发挥功能,这就是生存。

说到这有人就会问:非生物系统也能维持一定的结构,为什么它们不是生命呢?这是因为系统的复杂程度不同,非生物系统都很简单,生物系统比非生物系统复杂得多。根据本书第2章波耳兹曼原理的推论2,复杂结构不容易产生,容易被破坏。所以人们只把复杂系统的存在叫做生存,而一般不把简单系统的存在叫做

生存。

难道计算机不复杂吗？笔者所说的非生物简单是指在自然条件下产生的非生物简单，计算机是人造的，本质上计算机是人的效应器官的延伸，是人的一部分。在自然条件下产生的非生物系统一般都比生物系统简单得多。所以生物的本质就是复杂系统的存在，我们说非生物没有生命，主要就是指他们不能自发地形成并保持一种相当复杂的结构。

5.3.2 所有生物共有的生命特征

生命物质之所以具有新陈代谢、生长、发育、遗传、进化、应激性等功能，而非生物没有这些功能，是因为生物具有与非生物不同的结构。碳、氮、氢、氧等物质可以构成生物，也可以构成非生物，它们之间的区别完全是结构差别造成的。对于任何系统来说，性能的差别都产生于结构的差别（第一章结构决定功能定理）。生命系统也是一样，虽然生命的形态千奇百怪，生物的性状奥妙无穷，但所有生命现象的产生都有一个共同的原因，都来自于特定的结构。多数生物结构都非常复杂，甚至复杂得难以想象。所以要解开生命的奥秘，关键是要说清楚这些特定的结构，尤其是复杂的结构是如何产生和存在的。

特定的结构并不一定是由蛋白质和核酸组成。在生命起源的过程中，第一个生命叫做“卢卡”。卢卡是蛋白质，还是 RNA？对这个问题曾有过激烈争论。其实不管是蛋白质还是 RNA 可能都不是卢卡产生的必要条件，机器人也已经具有很多生物的特点。所以必须脱离这些物质形式去寻找生命物质结构的本质特征。

生命有很多特征，但教科书所罗列的大多数特征都只是一部分生物的特征，包括新陈代谢、再生、条件反射等。那么到底哪些特征才是所有生物所共有的呢？

所有生物共有的生命特征只有三个：不灭绝、结构复杂和自复制。现有的所有生物的结构中都包含一些基本的结构特征，这些

结构特征历经数十亿年没有大的变化，虽然生物的无数个体都死亡了，无数种类都灭绝了，但这种基本结构特征一直没有灭绝，而且存在于现存的所有生物体内。这里所说的不灭绝是指基本结构特征一直没有灭绝。不灭绝和结构复杂都是生物的结构特征，自复制是一种功能上的特征，但这种功能也是由特定的结构所产生的，而且不灭绝的正是这种结构特征。

现在我们设想有某种物质具有生命的功能，那么不管它是不是由蛋白质和核酸构成的，它一定具有一种特定的与周围的非生物不同的结构。我们知道，自然界中的任何物质都会与周围的其他物质发生相互作用，包括碰撞、传热等物理作用和各种化学反应，这些相互作用可以改变物质的结构。一旦那种生物的物质结构发生了变化，它很可能就不再具有生命功能了。所以，在各种环境破坏下，生物的结构必须持续存在，生命的各种功能才能持续存在。

5.3.3　生命系统高度有序结构产生的概率

简单结构存在的概率大，复杂结构不容易产生，容易被破坏。我们所说的生物一般是指由大分子构成的物质系统，多数生物的结构都极其复杂。由于结构复杂的非生物不能自复制，所以自然界中的非生物的结构比生物简单得多。即使是人造的非生物也比不上生物的复杂水平。高超的艺人在一个米粒上的精雕细刻和计算机的芯片，都比不上细胞的精细水平。虽然不是所有的生物都比非生物复杂，但还是很容易找到一个区分生物和非生物的复杂性的大致界限。那么非生物的结构为什么远没有生物那样复杂呢？

不同种类的非生物都在不断产生和不断被破坏。有些非生物总能大量产生，如冰、铁锈等，有些非生物结构很难被破坏，如沙粒、惰性气体等，所以这些物质我们很容易见到。但也有很多非生物产生的速度慢，结构被破坏的速度快，例如，钠、钾等金属在空气

中会迅速被氧化，所以这些物质我们在自然界中很难见到。再如石油，我们现在能见到石油是因为古代几乎没有人开采和利用石油，石油虽然产生的速度慢，但被破坏的速度也很慢。现在人类大量开采和使用石油，石油将很快被用完，那时我们的后代就看不到石油这种结构的物质了。

定理：任何一种结构的物质长期存在的条件都是其结构产生的速度大于等于破坏的速度。

非生物曾经出现过的结构形式一定比现存的结构形式多得多，比现有的非生物复杂得多的非生物应该也出现过。但多数复杂非生物结构的产生速度慢，被破坏的速度快，所以很多结构在现实世界中不存在。任何物质产生和被破坏的速度都取决于自身的性质和环境条件，非生物中的复杂物质的性质使它们容易被破坏。而且，结构越复杂的物质，就越不容易产生，越容易被破坏。所以非生物中没有像生物那样复杂的结构。

那么生物中为什么有那么复杂的结构呢？比较高级的生物有再生、免疫等维持结构稳定的功能，但也有很多生物没有这些功能。那么，这些生物靠什么维持自身结构持续大量的存在呢？

弗里德里希·克拉默（Friedrich Cramer）把生命科学和系统论结合起来进行研究，在《混沌与秩序》一书中，他也提出了这样的问题，他认为生命系统中的高度有序是一种极不概然的状态。

我们知道，生物的遗传物质是由四种核苷酸组成的，每种核苷酸具有不同的碱基。人和鹦鹉的遗传物质的成分完全相同，只是数量和排列顺序不同。如果我们排列四个字母 A、B、C、D，那么可以有 24 种排列方法：ABCD，ABDC，ACBD……。人类的遗传物质中有大量的核苷酸，排列方式就非常多了，但只有一种是正确的，其他都是错误的。排错了，人就会生病或死亡。

生物学家已经了解了大肠杆菌的遗传信息的数量和分子结构，因此可以计算出这么多核苷酸有多少种可能的安排方式，实际

的大肠杆菌的分子结构只是这些众多可能的安排方式之一。对于一个大肠杆菌来说，由纯粹偶然性导致正确结果的可能性是 $1/10^{2400000}$。即使有一台智能机器能够对这些无尽的可能性以每秒一个的速度进行正确性检验，所需时间仍大大超过了自大爆炸以来的宇宙年龄（10^{17}秒）。宇宙年龄与仅通过偶然性涌现秩序所需的时间相比是微不足道的（弗里德里希·克拉默，2000）。所以克拉默断定，要在纯粹偶然性中产生出实际的大肠杆菌的分子结构是不可能的。如果生命是从一系列随机事件中产生的，那么现在就根本不会有生命存在。

5.3.4 生物为什么能具有异常复杂的结构

克拉默的这个结论让人感到，生命的产生只有依靠某个威力无比的神仙才能把这个概率提高到现实的水平，让理论与现实相符合。但这又违背了文艺复兴以来的科学精神。怎么办呢？生命之谜就这样一直困扰着人类的智慧。

但值得庆幸的是，有一位神仙能被科学接受，它的名字叫正反馈。正反馈有多大的神通呢，从印度的一个古老传说中可见一斑：

舍罕王打算重赏象棋发明人宰相西萨·班·达依尔。这位聪明的大臣跪在国王面前说："陛下，请您在这张棋盘的第一个小格内，赏给我一粒麦子，在第二个小格内给两粒，第三格内给四粒，就这样下去，每一小格内都比前一小格加一倍。"

"爱卿，你所求的并不多啊。"国王命令如数付给达依尔。

计数麦粒的工作开始了。一袋又一袋的麦子被扛到国王面前来。国王很快就看出，即使拿全印度的粮食，也兑现不了他对达依尔的诺言。原来，所需麦粒总数是：

$$
\begin{aligned}
&1+2+2^2+2^3+2^4+\cdots\cdots 2^{63}\\
&=2^{64}-1\\
&=18\ 446\ 744\ 073\ 709\ 551\ 615
\end{aligned}
$$

如果造一个仓库来放这些麦子，仓库高4米，宽10米，那么仓

库的长度就等于地球到太阳距离的两倍。而要生产这么多的麦子，全世界要两千年。

在这个例子中，麦粒的数量随棋格数的增长而急剧增长，形成突变，而产生突变的原因就是正反馈。因为增长量越大，基数就越大；基数越大，增长量越多。正反馈有这么大的神通，克拉默教授的难题还不能解决吗？

非生物和低等生物的新的复杂结构是由相对简单的物质与环境之间相互作用或简单物质之间相互作用产生的。这些相互作用是随机的、偶然的，产生新的复杂结构的概率很低。如果简单物质的数量增多了，复杂物质产生的概率就能提高。

与非生物不同的是，生物能够大量繁殖。繁殖是一种正反馈，结果是数量呈指数增长（在环境条件允许的情况下）。就像麦粒的数量一样，增长量越大，基数就越大；基数越大，增长量越多。而且这种过程不只进行了 64 个格，而是进行了几十亿年。大肠杆菌每 20 分钟自复制一次，达到 $10^{2400000}$ 大约需要 304 年。人类细胞类型的细胞分裂周期为 8 ~ 48 小时。如果按两天计算，达到 $10^{2400000}$ 大约需要 4.4 万年。不管是 304 年还是 4.4 万年，在生物进化的进程中都只是一个短暂的瞬间。

那么什么是自复制呢？自复制是一种特殊的复制。

定义：如果复制的动力是模板的功能，不需要借助外界的复杂系统，则这种复制叫自复制。

大分子的自复制公式可以写作：一个大分子 + 多个小分子 = 两个大分子。如果把更复杂的复制也考虑在内，那么复制的公式应写作：模板 + 原材料 = 模板 + 与模板相同的成品。

生物产生之前，原始地球上只有小分子非生物和数量极少的大分子非生物，而一旦某种大分子非生物在自然条件下具有了最简单的自复制的功能，而且它的结构在自然条件下比较稳定（即被破坏的速度明显小于新增的速度），这种结构的数量就

有可能呈指数增长而产生突变，这样一来这种结构就一定能长期大量稳定地存在。即使条件很恶劣，也总有一些能够存活，所以它们的特定结构便能持续存在，即非平衡态的结构便存在。这也就意味着生命产生了。因此，生物结构能持续存在的主要原因是数量呈指数增长，而呈指数增长的原因是自复制。

最初的生物被破坏的速度主要取决于环境，这一点和非生物一样。区别只在于非生物产生的速度取决于环境，而生物产生的速度可以靠自身的功能而增大。生物的自复制使它的数量呈指数增长，于是使生物的结构产生的速度大于被破坏的速度。

所谓自然选择就是破坏，把功能差的系统摧毁，自然选择本身没有一点建设的作用。所以如果只有自然选择而没有过度繁殖的话，就不会有生物的起源和进化。非生物的变异只影响一个个体，生物的变异影响一批个体，所以生物能够生存和不断进化。

5.3.5 生命产生的充分必要条件和生命的定义

定理：生物产生的充分条件是

(1) 某种大分子物质的结构使它在自然条件下具有自复制的功能；

(2)这种结构在自然条件下比较稳定，能通过指数增长实现数量的突变。

满足这些条件的物质系统就一定是生命，不管它是由蛋白质还是由核酸组成，也不管它是否为其他生命过程传递信息，甚至不管它能不能进行新陈代谢。

生物的功能虽然有很多，如新陈代谢、生长、发育、遗传、进化、应激性等，但不是每一种生物都具有所有这些功能。在这些功能中，只有自然条件下的自复制或称繁殖是所有生物都具有的功能。最简单的生物可以没有新陈代谢和生长、发育等功能，但没有繁殖功能的生物是不存在的。机器人的结构再复杂也不是生命，因为它不能自复制。

定理：自然条件下的自复制是一切生物产生的必要条件。

可见，在自然条件下能实现自复制既是一切生物产生的充分条件，又是一切生物产生的必要条件。所以这才真正是一切生物产生的充分必要条件。

由此便可引出生命的定义：生命就是一种具有特殊结构且比较稳定的大分子物质，这种结构使它具有在自然条件下通过自复制等正反馈运动维持自身结构存在的功能。依靠自身的功能，保持自身的复杂结构存在的能力就叫生命力。

很多非生物也能长期稳定地存在，但那主要不是依靠自身的功能，而是依靠环境形成的。有些非生物系统也有正反馈功能，例如激光、贝纳德花纹、贝－扎反应等，但这些正反馈的系统结构都极不稳定，在自然条件下很难产生，且很容易被破坏，所以它们不是生命。

定义：生物适应环境就是指生物在某种环境下比较稳定，被破坏的速度明显低于新增的速度，能通过指数增长实现数量的突变。

是否具备了自复制的功能就是生命呢？非生物能不能自复制呢？这个问题不好回答，据我所知能自复制的非生物应该只有计算机病毒。一般来说，人们不把计算机病毒当成生命，因为它这种自复制是在人工条件下的自复制。人们头脑中的生命应该是指能够在自然条件下自复制的物质。但可以说计算机病毒有强大的生命力，而它的生命力主要就来自于它的自复制功能。

5.4 对生命的进一步解释

5.4.1 生命信息的意义

生物都有遗传物质，而遗传物质的作用就是贮存遗传信息。世界上的物质数不胜数，世界上的信息也比比皆是，每一块石头中都有无数信息，遗传信息到底神秘在哪？遗传信息不就是碱基对的排列顺序吗？为什么这种顺序就能产生生命？其实原因很简

单,就是因为这样排列的碱基对能自复制。

科学家们研究遗传信息,主要就是研究碱基对的排列顺序,但是把遗传信息只理解成排列顺序是不对的。如果我们把四种酸、四种盐或四种其他物质按照同样的顺序排列起来能构成遗传物质吗?当然不行,因为只有碱基排列起来才能自复制(包括在一些酶的催化下自复制)。

反过来,如果其他物质、其他形式也能具有自复制的功能,那么不管它们是不是按照这种顺序排列,都能成为遗传物质,它们的结构也能称为遗传信息。比如说一些不同的集成电路排列在一起能具有自复制的功能,那么不管它们的结构与碱基对的排列顺序是否相同,它们都能成为遗传物质,它们的结构就能称为遗传信息。

5.4.2　自复制、超循环、繁殖和正反馈的关系

自复制是超循环的一个特例,是简单的超循环。超循环往往很复杂,而第一个生命应该是很简单的,不大可能具有复杂的超循环功能。现在人们说起生命起源问题,经常把超循环当成生命起源的原因,但几乎没有人提自复制,笔者认为这是不合适的。

自复制不仅在生物起源时发挥关键作用,在现在的各种复杂生物中仍然起着重要作用,所有的细胞分裂和所有的繁殖都离不开自复制。不能认为生物有了复杂的超循环,就可以代替自复制了。

自复制是一种正反馈,超循环也是一种正反馈。正反馈有很多种,非生物中也有很多种正反馈。生命起源一定是正反馈作用的结果,但是在生命起源时起作用的正反馈应该只有自复制。

为什么不说生物的本质是正反馈呢?因为非生物也有正反馈功能。自复制是一种特殊的正反馈,因为它是生物的第一个正反馈功能,是生物与非生物的界限,也是整个生物进化过程中最重要的正反馈功能。为什么除自复制之外非生物的正反馈不能导致生

命的出现呢？主要因为那些正反馈不能导致同种结构的数量增长。例如，内燃机的曲轴带动供油系统运动，曲轴转速越高，供油就越多，而供油越多，曲轴转速越高，这样形成正反馈。但这个正反馈导致的指数增长是转速和油量呈指数增长，并不能导致内燃机的结构数量增长。

生物的其他正反馈功能是生物已经在地球上大量存在之后逐渐产生的，它们和非生物的正反馈功能一样，可以看作是盲目变化和自然选择的结果。因此，应该把自复制当成生命的本质，而不应该把正反馈当成生命的本质。

对于最简单的生物来说，自复制就是繁殖，但对于比较复杂的生物，自复制只是繁殖的一部分内容。高级生物的繁殖过程非常复杂，除了遗传物质的自复制之外，还有组织分化和生长过程，直到幼体与母体分离繁殖的过程才结束。

5.4.3 远离平衡态

简单结构并不一定比复杂结构稳定，复杂结构并不一定都是远离平衡态的。形成化学键之后，原子之间就结合得更牢固，例如水比氢气稳定。但非生物的结构复杂到一定程度就不能再进一步复杂化了，这时结构越复杂的物质，就越不容易产生，越容易被破坏，或者说适应性就越差。

所有的生物结构都是远离平衡态的，因为过于复杂。伊利亚·普里高津说非平衡可成为有序之源，这句话至今仍被奉为经典。其实这句话只描述了一种现象，即有些有序结构是不平衡甚至远离平衡的，这句话并没有说明有序产生的充分条件是什么。因为非平衡的系统可能向有序方面发展，也可能向无序方向发展。

耗散结构依靠耗散能量来维持复杂有序的结构，但只知道这一条还不够。你给一块石头再多的能量也不能产生复杂有序的结构。关键是需要说明自组织系统为什么能利用能量产生有序。普里高津没有说到底什么样的系统可以获取负熵，可以远离平衡态。

我们都知道至少生物可以做到，但为什么生物可以做到，或者说获取负熵和远离平衡态的充分条件是什么呢？

哈肯的协同论注意到很多系统可以产生协同和秩序，其实协同和秩序就是获取负熵和远离平衡态，哈肯推导了很多复杂的公式，但这些公式是不是产生协同的充分条件呢？哈肯也说不清楚。是不是必要条件呢？也说不清楚。

笔者认为，自复制是获取负熵和远离平衡态的充分条件，自复制也是产生协同和秩序的充分条件。

5.4.4　自复制是持续获取负熵的关键

很多非生物都具有获取负熵的能力，例如简单物质经过化合反应都会变成相对复杂的物质，所以能进行化合反应的物质都具有获取负熵的能力。那么生物与非生物的区别在哪呢？按照薛定锷的说法，生命能不断地获取负熵。所以区别似乎在于生物能持续地获取负熵，非生物不能持续地获取负熵。那么为什么非生物不能持续地获取负熵呢？

氢气与氧气反应后生成水，水不具备氢气和氧气那样的性质，可以说氢气与氧气获取负熵以后就失去了或降低了获取负熵的能力。如果某种物质欲持续地由环境获取负熵，就必须保持获取负熵的能力。设获取负熵的能力为A1，保持A1这种能力所需要的能力为A2，谁来保持A2呢？那就需要A3，然后又需要A4、A5等。如果这些能力互不相同，那么这种物质就需要具有非常复杂的结构，要从原始地球环境产生这样的物质显然是不可能的，即使今天也很难。

这个问题似乎很难解决，但卢卡却用一个非常简单的办法把它解决了。如果A1、A2、A3、A4是完全相同的功能，那么这同一个功能既可以用来获取负熵，又可以保持获取负熵的能力。在自复制的过程中，DNA将环境中分散存在的嘌呤、嘧啶等物质合成新的DNA，这样无序的、分散的物质变成了有序的物质，这是熵减

的过程。同时,新的DNA产生以后,DNA的个数从一个变成了两个,获取负熵的能力就增强了。所以自复制的过程就是维护和增强获取负熵能力的过程。这样自复制的功能既是获取负熵的能力,又是维护和增强获取负熵能力的能力,这样一个具有比较简单的结构和功能的物质就能够持续地由环境中获取负熵。所以自复制或者说这两种能力的统一是卢卡产生的必要条件,是生命的本质。

其实,很多正反馈都可以成为这两种能力的统一,自复制是一种比较简单的正反馈。

人类在工业上使用化学合成的方法能合成很多复杂物质,但往往需要高温、高压等条件,需要巨大的反应炉。人类这样利用化学方法实在是太烦琐、太费力了,而且合成的物质复杂程度远远比不上生物。生物途径合成的物质非常复杂,但基本上都是常温、常压下进行,这是什么原因呢?这是因为生物合成的主要方法是复制。

人类所用的方法类似于生命起源过程中合成大分子物质的方法。生命起源以后,由于新方法与旧方法的效率相差太多,旧的方法就没有存在的价值和可能了。用生物途径(包括基因工程和生物提炼等)代替化学合成方法进行生产是人类社会生产力发展的必然趋势。

5.4.5 进化的世界观战胜退化的世界观

有了正反馈,世界就可以不再走向衰退,各种结构复杂的物质就会逐渐产生,在这些复杂物质中比较稳定的(即能适应环境的)个体的数量很快就会急剧增长。所以在自然选择的作用下,生物一定是从简单向复杂,从低级向高级发展。

热力学第二定律可以简洁而通俗地表述为:万物皆走向衰退,水往低处流。克拉默分析说,这暗示着所有生命系统终将崩溃,而所有高度有序的结构也终将土崩瓦解,腐烂分化。能量低的系统

位于势谷中，就像河流总是沿着地势中最低处（即河床）流动。这样的系统处于平衡状态，不表现出任何变化的趋势，如果我们把它们移开，它们会再次回到最低处恢复平衡。而生命像是在登山，一旦到达山顶，这位徒步旅行者就要沿着一条狭窄、危险的山脊前行，如果他不小心或筋疲力尽，就可能绊倒，落入深渊，粉身碎骨。而实际上几十亿年中生命总能泰然自若地在山脊上稳定前进，始终远离平衡态，这又如何解释呢？克拉默想到了耗散结构理论，但他并没有说清楚用耗散结构理论如何解释生命的特技表演。

我们应该看到，任何一种生物的死亡率都是很高的，人类在各种灾难面前也显得那么脆弱，每时每刻都有无数生命跌入这个平衡的深渊。

但生物的自复制功能使新的个体不断产生。由于生物的数量有可能呈指数增长，生物可以大量存在，即使条件再恶劣，也总有一定数量的生物存活，所以生物的特定结构便能持续存在，即非平衡态的结构能持续存在。因此，生物结构能持续存在的主要原因是数量的指数增长，指数增长使生物这种结构的物质产生的速度大于等于其结构被破坏的速度。而产生指数增长的原因是自复制，即生命能抵制热力学第二定律的法宝是自复制。自复制是一种正反馈，有了正反馈，进化的世界观才能成立，才能战胜热力学第二定律引导的退化的世界观。

因此我们总能看到山脊上有生命的身影。如果你把山脊上的生命当作一个前赴后继的战斗群体，而且是一个数量极其庞大的群体，你就能理解这种惊险表演为什么能好戏不断了。如果你把山脊上的生命只当成一个个体，那你就肯定无法理解它的离奇本领了。

自组织理论现在被大家当成权威理论，但现有的自组织理论都把非平衡、涨落和开放性当成自组织的关键，其实这是完全错误的。非平衡、涨落和开放性当然是自组织的必要条件，但它们都不

是自组织的关键。因为涨落和开放性不是自组织系统与非自组织系统的区别。那么非平衡是不是自组织系统与非自组织系统的区别呢？是，但非平衡是现象、结果，不是形成自组织的充分条件，更不是生命产生的原因。没有自复制，生物就不会保持非平衡状态，有了自复制，就一定能产生生物的非平衡。

5.4.6 为什么小分子物质不是生物

大分子物质产生了自复制功能之后，数量急剧增多，数量增多又使这些大分子物质结构复杂化的可能性增加。结构复杂化之后，这些大分子的遗传物质出现了新的功能，包括作为模板合成蛋白质，从而生成数量巨大的蛋白质。这些蛋白质产生之后，相互作用可以生成更复杂的物质，并且有些蛋白质还能改变遗传物质的结构和功能。这样一来，遗传物质和蛋白质之间相互作用，就可以出现一种新的正反馈。这种正反馈是生物世界中重要性仅次于自复制的正反馈。因为这种正反馈使遗传物质和蛋白质的结构能够发生重大的变化，而且可以使这种变化不断地花样翻新，所以这种正反馈是生物进化的主要动力。

小分子物质如果产生了自复制功能，数量也急剧增多，而且结构复杂化的可能也增加了。但是这些小分子物质影响其他物质的能力很小，例如，晶体形成后不能自由运动，因此与其他物质相互作用的概率很小，没有出现其他正反馈关系，于是小分子物质进化的过程陷于停滞。

这样看来，生命的判定条件应该不是分子的大小，而是能否进化。生命的定义应该改为：在自然条件下具有自复制功能而且能够进化的物质。但是这样修改后还有一个问题，具有什么特征的物质能够进化呢？经过几十亿年的进化之后，什么样的物质能进化，什么样的物质不能进化已经很明确了，那就是只有能自复制且结构稳定的大分子。

除了大分子物质通过化学途径进化之外，现在我们还想不出

其他的生命起源的途径。人工生命离不开人工环境，所以还不是生命。再有一种可以想象的途径是机器人将来掌握了制造机器人的技术，然后在没有人帮助的条件下自主地制造机器人，这也是自复制。这样一来机器人就真的活了。它们有可能成为人类真正的敌人，人类应该防止这种情况出现。虽然机器人是小分子物质，但是这并不意味着小分子物质能够自发地进化为生命，因为其前提是机器人必须掌握人类的技术。

5.5　地球生物的起源和进化

5.5.1　地球生物的起源

在生命出现之前的原始地球环境中，已经能够产生很多大分子物质，每种物质有各种各样的属性，而具有自复制功能的大分子物质一个也没有，但这时具有自复制功能的大分子物质已经具备了产生的条件。突然有一天，这种物质产生了，而且比较稳定，它就是卢卡。不管这种物质是由核酸还是由氨基酸构成，只要产生了某个具有自复制功能的大分子物质，那么生命的历史便正式翻开了第一页。

第一个生命产生后，如果条件许可，在几万年、几千年或更短的时间里，这种物质的数量就会像原子弹爆炸一样呈指数增长，达到天文数字。从此，任何外部力量都很难再消灭这种结构。万年与亿年相比，只是短暂的一瞬，也就是说第一个生命产生后，便立刻产生了数量的突变，地球表面立刻出现了无数大分子物质，这种物质的生命力会越来越充分地显示出来。而这种结构的大量存在，也就意味着进化的历史不可逆转地开始了。这些大分子物质之间相互作用或与环境相互作用，使任何复杂结构的出现都变得非常容易。

当然容易是相对的，真正复杂的结构进化还是用了几十亿年的时间。但这时新的大分子物质的出现主要不是通过化学方式，不一定需要长时间的高温环境，而可以通过生物途径产生。

自复制或者说繁殖的作用就是保存进化的成果，包括非生物的进化成果和生物的进化成果。最早的大分子非生物是进化的成果，自复制使大分子的结构得以保存。生物产生以后，生物的每一步进化成果的保存都主要依靠繁殖。

自复制这种功能的产生可以说是偶然的，因为非生物在进化中会增加哪些结构和功能主要取决于环境。但也可以说是必然的，因为在漫长的非生物进化过程中，增加了很多新结构和新功能，其中有些功能在我们看来也许比自复制功能更难以产生。所以说最初的生命是很简单的，完全是在原始地球环境中偶然产生的。由于简单所以产生的概率很大。当然这个过程也用了几亿年的时间。

在生物产生之前，已经有了很多种结构复杂的大分子的非生物，这些非生物因为有复杂的结构，也就可能具备很多复杂的功能，但不具有自复制的功能。第一个生物的结构可能还不如这些非生物复杂，所以，自复制功能的产生，在当时的各种不断产生的新功能中，似乎只是一个平常的变化，但这个平常的变化却带来了翻天覆地的影响。是它而不是上帝创造了地球上这个无限丰富多彩的生物界，是它而不是上帝创造了人类。因此我们完全有理由说生物与非生物的本质区别就是大分子物质的自复制。

系统科学家和生物学家斯图亚特·考夫曼通过计算认为，那些无生命的大分子通过偶然组合恰到好处地相互结合在一起成为一个活的最简单的生命体的概率非常小，小到“可以跟一阵龙卷风刮过垃圾站，用其中破铜烂铁装配起一架波音 747 相提并论”。其实，旋风组装飞机是完全可能的，而且是必然的。因为旋风不只刮了一次，而是刮了几十亿年。散落的零件也不是一堆，而是无数堆。最重要的是，当某一堆零件出现了一点秩序之后，很快通过自复制产生无数堆同样有序的零件。有序的程度逐渐积累，最后旋风就可以把飞机组装成功了。自然界虽然没有出现飞机，但比飞

机精致的飞行动物却出现了很多种。

几十亿年有多长,我们恐怕很难形成这种概念。现在世界上好像没有哪架飞机是用10年时间组装出来的。如果10年还不够长,那么100年怎么样,100年前飞机刚刚诞生。如果用1000年组装一架飞机够长了吧?1000年前是中国的元朝,欧洲文艺复兴还没有开始,还处在那个漫长而黑暗的中世纪,美洲也还没有发现。1000年的1000倍是100万年,100万年的1000倍是10亿年,生物进化用了38亿年。在38亿年的时间里,一点一点秩序累加,组装一架飞机你还觉得有困难吗?

5.5.2 自复制推动进化

进化由遗传因子的逐步变化形成,每一步变化都是物质之间相互作用的结果。这里所说的作用是广义的,包括物质之间一切形式的相互作用,例如,高能辐射对基因的影响以及各种化学反应等。由第2章的定理2和定理3可知,万有引力、电磁力、强相互作用和弱相互作用是世界向复杂的、非平衡的方向进化的动力,物质的各种属性也都可能是世界向复杂的、非平衡方向进化的动力。上面说的相互作用就是指这些动力在起作用。

相对简单的物质数量增多,是增大复杂物质产生的概率的原因。生物之间的相互作用以及生物与环境之间的相互作用的方式可以是随机的,但相互作用不是在一组物质之间进行,而是在数量无比庞大的物质之间进行。自复制可以使相对简单的物质的数量达到天文数字,而且这种过程进行了几十亿年。这样一来简单物质反应产生复杂物质,复杂物质反应产生更复杂的物质,这样的反应进行的概率就大多了。由纯粹偶然性导致正确结果的可能性就不再是$1/10^{2400000}$,而是1了。经过几十亿年的进化之后,就会产生出众多复杂多样的新结构。这些新结构将使得任何复杂多样的神奇的新功能得以产生,从而呈现出一个绚丽缤纷、奥妙无穷的生命世界。

自复制对生物的起源有决定意义,对生物的进化也有决定意

义。因为自复制能造成生物数量呈指数增长,即过度繁殖,所以大部分生物必然被淘汰,这是进化的必要条件。因此在进化中,最重要的因素不仅有变异和自然选择,自复制也是最重要的因素之一,或者说正反馈也是最重要的因素之一。

生物生长发育中形成的生物体的结构和功能都是由遗传物质决定的,生物进化是遗传物质的进化,生物体的结构和功能都可以看作遗传物质结构的表现,所以称为表型。这种表现本身没有遗传和变异功能,因此不能当作进化的主体。但这种表现又不仅仅是给人看的,它又对遗传物质有影响,包括对遗传物质的稳定和变异都有影响,因而可以促进进化。例如,高级生物能占有上层资源,那么这种生物的遗传物质就有更多遗传的可能,后代数量多了变异的数量才会更多,进化的可能才会更大。

另一方面,遗传物质进化的作用是增大生物的稳定和有序,而这种稳定和有序不是遗传物质的稳定和有序,而是生物表型的结构和功能的稳定和有序,是增强生物体的功能。所以生物体的功能与遗传物质之间形成了一种正反馈关系。

5.5.3 几个错误

达尔文也很重视过度繁殖的作用,但是,达尔文只看到它是生物进化的必要条件,而没有用它解释生物的起源,没有把它当作是生物与非生物的本质区别,更没有从系统论的角度审视自复制的理论意义。

象被认为是所有已知动物中繁殖速度最慢的,达尔文曾经计算过象的最低自然增长率。假定象的平均寿命是 100 年,从 30 岁到 90 岁是它的繁殖年龄,而一头母象一生大概能生产 6 头小象。如果小象个个存活,并以同样的速度繁殖,那么只要过大约 750 年,一对象就会有大约 1900 万个后代(方舟子,2005)。马尔萨斯的《人口论》中有一句话:可以和安全地宣布,人口在不受控制时,将每 25 年翻一番,或者说以几何速度增长。

在一篇论文中,笔者把$10^{2400000}$写成了10^{240},这两个数字差别太大了,同时这个错误也让人联想起正反馈的神奇力量,因为这么巨大的差别对于生命来说无足轻重。

对人来说,不要说$10^{2400000}$,就连10^{240}都是一个让人感到惊叹的数字。说它是天文数字都不足以形容它的巨大,因为宇宙的年龄只有10^{17}秒。这么巨大的数字实在让我们难以想象,但要达到这样的数字对于生命来说却易如反掌,只要几万年就可以了。所以我们只能承认生命的伟大可以创造任何奇迹。

我们经常会感叹在那些极端严酷的环境中还有生命存在,例如在雪山、沙漠和深海。其实这并不奇怪,生物的数量可以达到天文数字,可以塞满地球的每一个角落。我们不仅应该看到自然环境的严酷,更应该看到生存竞争的严酷。不管在什么条件下都存在残酷的生存竞争,大部分生物都在竞争中被淘汰了,因此不要以为在资源充沛的环境里就可以悠然自得。

生命进化的历史是38亿年,那么在38亿年中会发生些什么样的事情我们能够想象吗?好在这些事情就呈现在我们眼前,就是我们看到的这个无比绚丽多彩的生命世界。接受奇迹比想象奇迹容易多了,但我们接受了吗?了解了吗?理解了吗?

另外,生存是进化的必要条件,但进化不是生存的必要条件,不管生物能不能进化,只要能自复制生物就能生存。美国里德学院的哲学教授马克·贝多(Mark Bedau)把灵活适应当成生物生存的必要条件是错误的。

在自然条件下能实现自复制的比较稳定的大分子物质结构是生命产生的充分必要条件,而这是不是生命的本质呢?可以说是,也可以说不是。任何一个事物都有多重本质,不同的人从不同的角度去分析会有不同的观点。不过仍然可以说找到了生命产生的充分必要条件,就在探索生命的本质方面取得了突破性的进展。

看了笔者的论述,有人可能会有这样的想法:"你说生物能繁

殖,这我们都知道啊,用得着你说么?”是的,生物能繁殖,这大家都知道,但有一点大家以前不知道。如果有人问你:“是不是所有的生物都能繁殖呢?”反过来,“会繁殖的物质都是生物吗?”,你会怎么回答呢?以前对这个问题有两种态度:第一种是不置可否,事实上过去很少有人想到这个问题。提出问题往往比解决问题重要,没有提出来就更谈不到解决了。第二种是否定态度。而且提出很多错误观点。例如,认为生物都有自我组织能力,生物体有明确的边界将自身与外界分离,自身具有复杂而有序的结构,有新陈代谢的能力,有应激和自我调节的能力,能够对外界的刺激做出相应的反应,并通过反馈等机制,使内环境处于平衡状态,有生长和分化的能力,有进化的能力等。笔者的工作就是想证明所有的生物都能自复制,会繁殖或自复制的物质都是生物,不需要其他条件。或者说,繁殖是生物产生的充分必要条件。

5.5.4 非生物进化与生物进化的统一性

非生物结构的复杂化和生物结构的复杂化都是进化。所以,非生物的进化和生物的进化看似两个完全分隔的进程,其实它们是一个进程的两个阶段。它们都属于物质由简单到复杂,由低级到高级的一个统一的发展进程。

非生物的结构复杂到一定程度就不能进一步复杂化,由于大分子非生物不能自复制,所以进化的进程受到了限制。结构越复杂的物质,就越不容易产生,越容易被破坏。所以非生物中没有像生物那样复杂的结构。而大分子物质有了自复制功能以后,这个进程就又可以继续了,因为这时能复制出数量无比庞大的大分子物质。这些物质与环境相互作用以及这些物质之间相互作用必然能产生更加复杂的物质,而更加复杂的物质产生后,又通过自复制使自身能长期大量地存在,这为进一步复杂化提供了条件。

因此可以说生物进化只不过是非生物进化过程在增加一个条件后的延续。就像一个人爬到了山顶,不能再往上走了,但这时天

使送给他一对翅膀，于是他可以向更高的地方前进。正反馈就是天使送给大分子非生物的翅膀，这使大分子物质完成了从非生物向生物的转变，从此以后可以在天空自由翱翔。

这不只是由于他有了翅膀，还由于他有力量。在他没有得到翅膀之前，他也有力量，所以才能爬到山顶。同样，生物进化也有两个条件，第一是繁殖，第二是变异。繁殖是生物特有的本领，而变异则不是生物特有的本领，非生物也可以产生结构的变化，所以非生物才能从简单变到复杂。

生物进化是非生物进化在增加了一个条件之后的延续。非生物进化完全依靠盲目的变化和自然选择，生物进化也主要依靠盲目的变化和自然选择，唯一的区别就是生物的自复制，所以生命的本质就是自复制，而不是变异和自然选择。

第6章　具体的生命

6.1　最早的生命

有人认为生命和人类在地球上的出现是很偶然的，如果环境因素改变一点，就不会出现生物和人类，因此认定人类是非常幸运的。这种观点是完全错误的，它只能给神创论提供依据，无法科学地解释生命和人类的产生。

地球的环境固然有偶然性，但所有这些偶然性都是必然的。因为宇宙太大，宇宙进化的历史太长，任何偶然的事件都必然发生。如果现在我们看到的这种偶然性没有出现，使得生命和人类的产生推后了几十亿年，或者出现在其他星系当中，那么那时的人类也会认为自己是十分幸运的。他们不会去追问我为什么没有在几十亿年前出现，我为什么没有在银河系出现。

我在前面提出能自复制的比较稳定的大分子是生物起源的充分必要条件，但是我并没有具体说明什么物质是能够自复制的最小单位。不把这个问题说清楚就不能再现那历史上真实的一幕，很多生物学家都试图解答这个问题。

一般的蛋白质都不能自复制，所以蛋白质应该不是最早的生命。DNA 和 RNA 可以自复制，但它们在自复制的时候需要酶的催化，所以 DNA 和 RNA 应该出现在蛋白质之后。这就是所谓的“鸡和蛋的问题”。不过现在已经有了一些解决问题的希望。酶可以不是蛋白质，可以是 RNA，称为核酶，目前已发现近百种核酶。有些蛋白质也有自复制的可能。

赵玉芬和曹培生认为磷酰化氨基酸是生命最小单元。磷酰化氨基酸与氨基酸结合形成肽链而释放出磷酸；当磷酰化氨基酸作

用于核苷时，磷酸与核苷结合形成核苷酸而释放出氨基酸，如此循环往复，以磷为中心肽链和多核苷酸链连接起来逐渐增长，最后形成蛋白质和多聚核苷酸（万海清，2004）。但我认为，如果这个过程不能实现数量的指数增长，那么磷酰化氨基酸就不是生命。因为这个过程虽然可以提高复杂物质产生的速度，但仍然过于缓慢。

6.2 人类的繁殖

由第5章5.3.3第一个定理可知，任何一种结构的物质能够在自然界中长期存在的条件都是这种物质产生的速度大于等于其结构被破坏的速度。对于生物来说，就是繁殖的速度大于死亡的速度，人类生存的条件也是繁殖的速度大于死亡的速度。

所以，人类自身的再生产是人类生存的关键条件之一。生产资料和生活资料的社会化大生产虽然也是人类生存的条件，但应该说是第二位的，主要是为了降低人的死亡率，对于增大人的出生率作用要小一些。

长期以来，生产资料和生活资料的社会化大生产如何发展是人类面对的主要难题，所以人们就不太注意自身的再生产对人类生存的重要性。但是现在，有些国家出生率太低，人们才开始重视这个问题。中国和印度等人口大国将来会成为人力资源大国，并且将在未来引领世界的发展，这时人类自身再生产的重要性就显示出来了。

控制人口数量，提高人口质量的计划生育政策，与生物进化的趋势是一致的。低等生物的繁殖能力极强，老鼠和蝗虫的繁殖速度我们印象深刻，细菌、病毒的繁殖速度就更加惊人了。一般来说，生物越高级，繁殖速度就越慢。繁殖是生物生存的第一个本领，最早的生物除了繁殖之外没有其他生存本领。随着生物的进化，生物的生存本领增多了，对繁殖的依赖也就减少了，这是高级生物繁殖速度慢的主要原因之一。随着人类文明的进步，人类生存的本领也越来越多了，所以人类减少生育的数量是合理的，同时

提高人口质量也是提高人类的生存本领。

6.3 机器人

现有的机器人没有生命力，因为它们不能繁殖。一旦数量减少了就很难恢复。即使人类斗不过机器人，也会有各种自然灾害威胁机器人的生存，所以它们的生存能力比生物差得多。机器人抵御灾变依靠的只能是负反馈（例如用传感器接收各种信号，然后作出反应）。而在过去和未来相当长的时间里，负反馈抵御灾变的功能不可能超过正反馈。

低级生物抵御灾变主要依靠正反馈，即依靠快速繁殖；高级生物抵御灾变也依靠正反馈，但相对来说主要依靠负反馈系统（例如新陈代谢系统、神经系统、淋巴系统等）。大的灾变发生之后，低级生物的数量很容易恢复，而高级生物则很难恢复，这就说明负反馈抵御灾变的功能没有超过正反馈。什么时候机器人掌握的科技水平长足发展了，面对那些能毁灭地球上全部微生物的灾难，机器人也有办法依靠负反馈系统对付了，这时候就可以说负反抵抗御灾变的功能超过了正反馈。但是如果机器人能自己生产机器人，那就说明机器人也具有了正反馈的功能。

过去的机器人不能自发变异和自发进化，只能依靠人产生变异。现在机器人能依靠遗传算法改造自身了，所以说机器人已经能自发变异和进化了。而且机器人进化的速度远远高于人类，过不了多久，机器人就有可能比人类更聪明能干，并可能成为地球新的主人，这种取代是一种进化（详见第19章）。

6.4 人工生命

自从1987年国际人工生命研讨会召开以来，人工生命的研究得到了快速的发展，成果包括众多的人工生命的模型和有关方面的理论进展。人工生命无非是一些计算机程序，这些程序如果设计得好，就能表现出一些生命的特征。人工生命的研究给我们

个启示,生命不依赖于碳、氢、氧等物质而存在的可能性是存在的。因此生命起源的化学进化方式不一定是生命起源的必要条件。

但是人工生命也和分子生物学一样,虽然轰轰烈烈,却最终在生命的定义和本质问题上没有为我们提供一个确切的答案。实践的发展虽然可以促进理论的进步,但不能代替理论的发展,而且还需要理论的指导。由于人工生命是人为制作的,所以人们可以人为地增加和减少一些属性,从而验证这些属性的充分必要性。如果人工生命的研究者们意识到揭开生命之谜的关键是寻找生命产生的充分必要条件,那么他们就会去做这样的实验。我相信,通过这样的实验人们会发现,新陈代谢、生长、发育、进化、应激性、自稳态等功能都不是生命产生的充分必要条件。生命产生的充分必要条件只有一个,那就是自复制。现有的人工生命中,无论是理查德·道金斯(Richard Dawkins)演示的生物形态程序(Biomorphs),还是托马斯·雷(Thomas Ray)的Tierra模型都与这个结论相一致。但要完全证实这个结论,还需要做进一步的实验。

另外,现有的人工生命也不是真正的生命,因为它们只能在人造环境下生存,而不能在自然环境中生存。只要一关电源,人工生命就“死了”。但只要有人工生存环境,人工生命就能表现出与自然生命相同的生命力。所以在忽略这一条件的前提下可以把人工生命当成真正的生命。

6.5　生物病毒和计算机病毒

自从生物病毒100多年前被发现以来,病毒是否有生命的问题就一直没有定论。一些科学家认为,病毒只是非常复杂的化学物质,不是生命。产生这种观点的原因就是不知道生命的本质是什么。如果认为生命必须有完整的细胞结构,必须有新陈代谢的能力,那么病毒就不合格了。但是如果认为自复制是生命的本质特征,那么事情就很清楚了,因为病毒可以自复制,所以病毒是响当当的生命。

计算机病毒给人类带来的冲击比生物病毒有过之而无不及。计算机病毒也是一种人工生命，只不过人类制造计算机病毒和制造其他人工生命的动机不同而已。

计算机病毒也是一种程序，它所应用的编程技术没有任何特别之处，计算机病毒与其他程序最大的不同就是它能自复制。不能自复制的程序如果具有破坏性，我们很容易对付，但计算机病毒却让人伤透了脑筋。这就是计算机病毒的生命力，这种生命力来自它们的自复制。计算机病毒是不是生命的问题和人工生命一样，因为它们只能在人造环境中生存，所以不是我们平常所说的生命。

6.6 纳米机器人病毒

6.6.1 纳米机器人的前景

在不久的将来，纳米技术对人类生活的影响，连因特网也会相形见绌。美国波士顿大学的化学家制造出了世界上最小的马达，该分子马达由78个原子构成。由荷兰和日本科学家研究的另一种由太阳能驱动的分子马达也成功面世，其在光照作用下，能够连续不断地旋转。在纳米技术的萌芽阶段，科学家已经制造了很多微型器件，分子马达的研究成果将使纳米技术研究提高到一个新水平。欧洲联盟委员会1995年委托进行的一项研究报告说，纳米技术的开发将成为仅次于芯片制造的世界第二大制造业，到2010年，纳米技术市场的价值将达到400亿英镑。纳米技术可使微型化达到登峰造极的地步。世界上一些科技发达国家都竞相将纳米技术列为面向21世纪战略性基础研究的优先项目并大力投资。

20多年后，我们的血液里将可以被植入一种名为“纳米虫”的机器人装置，“纳米虫”的大小近似人体血液细胞，它能够从细胞及分子的层面让人体变得更为健康。目前，生物学家已经发明出第一代“纳米虫”，且多次成功地在动物身上进行过实验。在实验室里，科学家已经做成了由350个原子组成的螺旋桨、2.5纳米大

小的升降机、3纳米的剪刀，这些都可以算是纳米机器人的雏形。当然，人类最终的梦想是让这个机器人跟宏观世界的机器人一样，完成任何复杂的操作。纳米机器人可以选择原子并且把它们放置在合适的位置来制造分子级机构，这个领域在2020年将非常成熟。如果输入相关指令，由生物分子组成的纳米机器人就可以完成自我复制，从一个变为上亿个。

由Diexler参与写作的《解放未来：纳米技术革命》描绘了一个拥有分子级别"装配工"的世界中所发生的变革。"装配工"能生产成本低得不可思议的太阳能发动机、通过增强人体免疫系统来治疗癌症和感冒，完全彻底地清洁环境，生产价格低得难以置信的、小到可装到口袋中的超级计算机。事实上，任何由"装配工"生产的产品都不会比用木头生产的产品成本更高，太空飞行将比现在的越洋飞行更加方便，并且还能复活已经灭绝的物种。

6.6.2　纳米机器人的威胁

英国宇宙学家马丁·里的《最后的世纪》中预言，地球在未来200年内将面临十大迫在眉睫的灾难，人类能够幸免的机会只有50%。其中一大灾难，就是纳米机器人。1986年，美国的未来学家德雷克斯勒在一本名叫《造物引擎》的书中预言，能够进行自复制的纳米机器人，最后会失去控制，开始疯狂地复制自身，在很短的时间内就把地球变成一大团完全由纳米机器人组成的"灰色黏质"、一种像肥皂泡一样黏乎乎的物质。即使这样的场景不发生，纳米机器人暂时忘记停止复制也是件恐怖的事。比如，一个正在人体内工作的纳米机器人，忽然以比癌细胞扩散还要快的速度，把自己无穷复制，吞噬正常组织；一个发了疯的制造食物机器人，把地球的整个生物圈都变成了一块巨大的奶酪……为此，一些绿色环保组织呼吁：人类应该停止研究纳米机器人。

从理论上说，纳米机器人可以制造任何分子级机构，纳米机器人自己也是分子级机构，它们制造像自己一样的机构就是在进行

自复制。生物的繁殖是自复制，纳米机器人如果能自复制，就意味着它能像生物一样繁殖，成为一种真正的人工生命。繁殖的结果可以使纳米机器人的数量呈指数增长，就像病毒一样。如果它们体内的程序让它们到一定时间自我毁灭，也许能让人类安全地使用，但是如果失去控制，它们就变成了真正的病毒，这与利用生物手段、基因工程制造病毒的性质是一样的。

6.6.3 纳米机器人的威胁有多大

纳米机器人病毒比计算机病毒的危害大得多，计算机病毒不能离开计算机，只要关闭电源，计算机病毒就不能活动了，但是纳米机器人病毒不受任何限制，这种人工生命变成了真正的生命。它们不仅能使计算机瘫痪，也能让全世界瘫痪。它们可以杀死癌细胞，它们自己也可能成为癌细胞。它们不仅是人体的癌细胞，还可以成为所有生物的癌细胞，所有机器、所有建筑以及整个地球的癌细胞。

纳米机器人病毒的危害比核武器大得多。核裂变、核聚变都是正反馈，但这些正反馈都以有限的原料为条件，核燃料数量有限，消耗到一定程度，正反馈就会中止。纳米机器人的自复制也是正反馈，而且它自复制的原料比核燃料的数量大得多。而且核武器体积大，人们知道它在哪，人类也已经掌握了如何控制它的技术。纳米机器人太小，找都找不到它们，它们就像真正的病毒一样无处不在，人们更不知道该怎样控制。

纳米机器人病毒也比生物病毒的危害大得多。生物病毒虽然繁殖速度很快，但它们必须以大分子有机物为原料，在找不到大分子有机物的时候，它们只能睡觉。纳米机器人病毒可以把所有的物质当成原料，它们在任何时候都不会为原料发愁。如果能利用太阳能，那么它们也不用为能源发愁，所以它们的繁殖一分一秒也不会停顿。于是，纳米机器人病毒的数量会远远超过生物病毒，在很短的时间内就可以让整个世界毁灭。

失去控制的纳米机器人不知道谁是高级生物，谁是低级生物，谁是无机物，在它们眼里，所有的物质都是一样的，都是一堆原子。它们不仅可以把岩石拆开，组装成纳米机器人，也可以把机器、大桥、高楼大厦拆开，还可以把所有的动植物和人拆开组装成纳米机器人。过不了多少时间，地球上除了纳米机器人之外就什么也没有了。我们的皮肤能够挡住微生物，但不一定能挡住纳米机器人。我们的免疫系统可以杀死微生物，但不一定能杀死纳米机器人。

所有的自复制都可以使其数量呈指数增长，所有的指数增长都可以导致突变。蝗虫大量繁殖形成突变，蝗虫铺天盖地而来，所到之处所有的庄稼都被扫荡一空。鼠灾、人口爆炸等都是自复制导致的指数增长和突变。但所有生物的自复制都会受到原料的限制，当原料不足的时候，其数量就会停止指数增长。动物的原料是植物，植物的原料是二氧化碳、水和矿物质，在没有水、阳光或者没有空气（例如深海和地下）的地方，不能进行光合作用，所有生物的自复制都必然停止，另外生物的自复制还受温度、风雨和火灾等因素的影响。所以地球上不可能每一个角落都布满动植物，动植物的数量增长到一定程度就会停止，形成一种生态平衡。

纳米机器人和所有的生物都不一样，它们在没有水、矿物质或者没有空气的地方也可以自复制，所以这种自复制带来的其数量指数增长不会因为这些条件而停止下来。那到什么时候才会停止呢？一直到所有的原料都消耗殆尽为止，包括地球上所有的有机物和无机物。这种毁灭不仅是人类的毁灭，也是所有生物进化成果的毁灭，可能也是地球的毁灭。如果恐怖主义分子掌握了纳米技术，他们对生化武器就不感兴趣了。

6.6.4 处变不惊

面对这种危险，我们应该怎么办呢？停止纳米技术的研究当然不是办法，不能因噎废食，纳米技术的正面作用也是十分巨大的。当代科技突飞猛进，各种奇闻轶事让人目不暇接，“狼来了”的呼声

不绝于耳——核冬天、核扩散、生化武器、环境污染、温室效应、生态灾难、转基因瘟疫、小行星撞击地球、诺查丹马斯的预言、超级人工智能灭绝人类等，人的神经都快麻痹了，或者说处变不惊了。

对付纳米机器人病毒，我们可以想一些办法，例如，研制一些特殊的消毒液，各处喷洒，就像对付生物病毒一样。还应该对人和动植物作免疫接种，使人和动植物对有害的纳米机器人病毒产生免疫能力。纳米机器人病毒是人造的，所以它们自发变异的能力不会像生物病毒那样强，很难产生耐药性，除非有人故意让它们产生耐药性。

其实，人类从产生的那一天开始到现在一直都生活在各种各样的危险之中，各种天灾人祸从未间断，大大小小的战争数不胜数，而且规模越来越大。面对这些危险和灾难，人们总结出了很多应对的办法，最核心的一条就是：在战略上蔑视敌人，在战术上重视敌人。面对任何危险和灾难都要坚定信心、镇定自若，然后开动脑筋、认真对待，不能麻痹大意。

纳米技术现在还很不成熟，十年以后会不会出现能自复制的纳米机器人还很难说，我们有充分的时间思考对策。在对付核扩散、生化武器、环境污染、温室效应、生态灾难、转基因危害的过程中，人类已经积累了很多经验，可以找到对付纳米机器人的一套可行方法。但是，千万不能掉以轻心，这个"魔鬼"一旦从"潘多拉的盒子"里放出来，那么就连"上帝"也不能把它装回去了！

第7章　幸存哲学

定义:

“活的”:第一个定义是在相同的环境条件下,对一种刺激会产生多种反应的物质叫活的物质。第二个定义是所有的有生命的生物都是活的,所有的非生物和死亡了的生物都不是活的。(7.9)

定理:

1. 还原主义是人认识自然和社会必需的科学方法。(7.2)

2. 我们能直接观察的任何事物都是幸存的事物。(7.4)

3. 必须满足以下两个条件之一才能说一个行为是有目的的行为:①行为之前主体能够预测行为的效果;②行为之前主体能够选择行为。(7.5)

4. 生物的目的:生物具有各种功能的目的都是为了维护自己和后代的生存。

推论:判断生物结构有序度增加的标准是结构的改变是否有利于生物的生存。(7.7)

7.1　生命哲学研究简史

亚里士多德认为,生命的本质是有灵魂:植物有营养灵魂,动物有感觉灵魂,而只有人类才有理性灵魂。在西方度过了蒙昧的中世纪,重新发现古希腊的经典著作之后,亚里士多德对生命的看法,就像他的其他教导一样被奉为真理。

到了17世纪,才有法国哲学家笛卡尔挑战亚里士多德的教导。笛卡尔的挑战,表面上看来乃是出于神学的理由:灵魂是不灭

的，如果动植物也有灵魂，意味着它们在死后也将上天堂，而这是不可接受的。所以，笛卡尔认为，只有人才有灵魂，而其他生物是没有灵魂的。那么，生物是什么呢？笛卡尔认为是自动运转的机器。迪卡尔的机械主义风靡一时，并且在无神论兴起后，又有了进一步的发展。在当时的无神论者看来，既然不存在不灭的灵魂，人和动物也就没有本质的差别，也就是说，人同样是机器。这种极端的机械主义，在法国哲学家拉美特利 1749 年出版《人是机器》一书时达到了顶峰。

在进入 19 世纪之后，随着物理学和化学的发展，机械主义便被更为精致的物理主义所取代。生命不再被当成简单的机械运动，而是更为复杂的物理过程，特别是动力学、热力学和电磁学反应过程。物理主义者相信，用生物体内的原子运动、力的相互作用和能量变化可以解释一切生命现象。

生理学家们较多地受到机械主义、物理主义的影响，而对于那些亲身观察、感受到生物世界的奇妙的博物学家来说，将生命和非生命混为一谈，是难以忍受的。在《人是机器》一书发表的第二年，在伦敦就有人匿名发表了《人不是机器》与之针锋相对。起初，这种对抗只是神学和形而上学的思辨，随着物理主义者对生物学的研究在 19 世纪开花结果，博物学家们也被迫去寻找一种具有科学意义的观念，这样，就有了所谓活力主义。认为生命当中存在一种特殊的不遵循物理定律的力，被称为活力。更有人认为，生物具有灵力、意志力。许多活力主义者同时也是目的论者，相信生命是为了某种确定的目的而存在。

进入 20 世纪后，随着生物化学和遗传学的创立和发展，活力主义不可避免地衰落了。以前被认为存在活力的神秘现象，逐渐地都可以在分子和细胞水平上用物理、化学的反应加以解释，活力失去了存在的基础。达尔文的自然选择学说最终被证实和广泛接受，也终结了与活力主义息息相关的目的论。具有讽刺意味的是，

在活力主义已在生物学家们当中失去市场之后，却有一批物理学家试图复活活力主义，包括伟大的物理学家波尔和薛定谔。他们认为在生物体中存在着特殊的未知的物理定律，只在生物体中起作用。

7.2 还原主义

机械主义、物理主义、物理－化学主义一脉相承，实际上都属于同一个哲学阵营：还原主义。它相信，某一层次的现象都可以通过分析低一级的各个组分的性质和相互作用而得到解释。这实际上是现代科学的一个传统：用物理作用解释化学现象，用化学作用解释生命现象，用生物作用解释心理现象，用心理作用解释社会现象。活力主义所试图对抗的，正是这种还原主义的传统。在活力主义消亡之后，又出现了整体主义或集体主义对抗还原主义。

整体主义认为，整体大于部分的和，当各个组分有机地组合在一起形成整体时就出现了新的性质，而这种性质无法通过分析各个组分的性质和相互反应推导出来。因此，生物体作为一个整体时，就存在不可能用物理、化学作用来解释的新现象。

生物学的发展史已一再告诉我们，许许多多曾经被认为无法还原、分析的整体现象，以后都一一被还原、分析。发育生物学的最新成果给了整体主义最为致命的一击（方舟子，2005）。

整体主义否认用还原分析的方法足以解释生命现象，一个常见的批评是，要研究组成有机体的分子，就要杀死有机体和细胞，在体外加以研究。任何体外研究都是在破坏了整体结构的状态下进行的，都无法完全重复和反映活有机体的状况。因此想从分子水平上充分理解生命现象是不可能的。其实这是对还原的偏见，拆解是还原，抽象和对比也是还原。还原的研究往往是通过对比进行的。例如，要研究某种微量元素对人体的影响，不是把这种微量元素与人体分开研究，而是通过对比，看人体中微量元素很少和很多对人体的整体机能有什么变化。

整体主义这种偏见产生的原因关键是没有正确理解什么是还原。整体主义者认为还原是把物体或系统拆开，然后每一部分的性质相加得到整体的性质。整体主义反对的是这种机械的累加。他们认为各部分之间的关系是更重要的，同样的成分经过不同的组合可以得到不同的功能。整体主义的这种认识当然是对的，但整体主义用这种认识来反对还原主义就错了。还原主义并不只把质料当成物体和系统的组成部分，同样也把关系当成系统的组成部分。整体不是质料的和，整体是质料和关系的和，或者说整体是质料和结构的和。

整体性不是生物的专利，但是为什么生物能具有特殊的"整体性"呢？原因还是生物的特有结构使生物具有自复制的功能，自复制引起生物的数量呈指数增长，并由此导致结构复杂化和有序化。

人在行为之前需要预测，人的认识是为行为决策服务的，是为了预测。还原是把未知事物还原成已知事物，以便预测，所以对抗还原主义就是对抗实践。

定理：还原主义是人认识自然和社会必需的科学方法。

从事每一项具体的科学分析研究都意味着违背整体主义，相信整体主义就等于放弃科学研究。整体主义反对还原主义实际等于在反对科学、宣扬神秘主义。否定了还原主义，人就没法思考了。这是整体主义的危害，整体主义是伪科学的原因就在这里。整体主义只是否定别人的方法，而不能提出一套自己的认识世界的具体的可操作的方法。

当整体主义在20世纪20年代由史末资（Jan Christian Smuts，1870～1950）首次提出来代替活力主义的时候，只是作为一种形而上学的观念出现的，并不具有科学意义。奥地利生物学家贝塔朗菲（Ludwig von Bertalanffy，1901～1972）在20世纪40年代创立一般系统论，代表着试图将整体主义改造成科学工具的最初努力。

近年来开始崭露头角的盖娅假说(The Gaia Hypothesis),则是反抗还原主义的最新的几近绝望的挣扎。

7.3　遗传物质的存在

提到生命,我们会想到很多,植物、动物、单细胞的、多细胞的、食肉的、食草的、社会性的……。生命世界,无奇不有,"鹰击长空、鱼翔浅底,万类霜天竞自由。怅寥廓,问苍茫大地,谁主沉浮?"最早统治地球的生物是蓝藻和绿藻,后来有了草食动物和肉食动物,然后寒武纪物种大爆发,后来又有恐龙、哺乳动物和人类。但是几十亿年已经过去了,大部分生物和它们的非凡技能、统治权力都变成了过眼烟云。"大江东去,浪淘尽,千古风流人物"。每一个生命的存在都是非常短暂的,不管是一天、一年,还是一千年,在生命进化的历史长河中都只是一个短暂的瞬间。既然大部分生物的特征、性状、非凡技能都不存在了,那么几十亿年之中生生不息的到底是什么呢?是逐渐复杂化的区别于其他物质的遗传物质结构。非生物世界中可以有各种蛋白质、磷酸和核糖,但在非生物世界中这些物质都不能长存,生物世界中生物个体也不能长存,长存的只有遗传物质的特定结构。

既然那些千奇百怪的生物性状、传奇经历和统治权力都不是长存的,那么它们的存在有什么意义呢?短暂有短暂的意义,不能说没有意义。个体的性状不能长存,但个体性状的共性可以长存,个体的集合可以长存。另一方面,它们都可以看作是维护遗传物质结构存在的手段。

地球上第一个生物的遗传物质,与很多大分子非生物放在一起,可能一点都不显眼,在复杂程度和有序程度方面很可能都不是最好的。但就是它那不起眼的一点特点使它成为上帝唯一的宠儿。遗传物质虽然在进化中越来越复杂,但直到现在遗传物质的基本结构(具有自复制功能的结构)仍然是相同的。

7.4 生物的幸存

对于生命的解释包括解决两个问题："世界上为什么会产生生命这种结构的物质系统？"和"为什么生命这种结构的物质系统能够存在？"先说第一个问题："世界上为什么会产生生命这种结构的物质系统？"这其实并不是一个问题，由第2章波耳兹曼原理的推理1可知，复杂结构出现的概率永远大于零，由第2章第3定理可知，物质的各种属性都可能是世界向复杂的、非平衡方向进化的动力。所以在它们的作用下，任何结构的复杂物质系统产生的概率都会增大。当非生物复杂到一定程度时，生物的结构就必然产生，最初生物的结构只是众多物质系统结构中的普通一员而已。真正的问题在于为什么我们对生物最感兴趣，而对那些众多的其他物质系统就没有那么大兴趣，为什么很少有人问"世界上为什么会产生氮气，世界上为什么会有二氧化硅？

我们对生物最感兴趣的原因其实也很简单，因为在我们观察世界时，最引人注目的是生物，我们自己也是生物，与我们的生活关系最密切的也是生物。

那么为什么生物最引人注目呢？最初的生物的结构只是众多物质系统结构中的普通一员，其他结构复杂的物质系统种类数不胜数，生物应该是沧海一粟。茫茫大海，无边无际，一颗小小的麦粒怎么会引人注目呢？它能引人注目的原因在于其他那些复杂的物质系统的绝大部分都灭绝了，解体了，我们看不到，"大海"消失了。我们看到的是没有灭绝的，今天仍然存在的物质系统。生物不仅没有灭绝，而且历时30多亿年，种类越来越多，现在的数量无比庞大，变成了新的大海，所以引人注目。

由此可见，生物的本质就是这种结构的长久存在，不管观察者是站在今天，还是站在多少万年前、多少万年后，一睁眼都能看到生物。长久存在，这就是"生"这个字的本意，而"生生不息"这个词则非常准确地道出了生命的本质。

由于生存的物质系统是幸存者，引人注目的原因在于其他复杂物质系统的绝大部分都灭绝了，所以幸存应该是生命哲学的核心思想，这种生命哲学也可以称为幸存哲学。

生命的奥秘不在于生物这种结构为什么能产生，而在于这种结构为什么不灭绝。过去研究生命奥秘的还原论，都把精力放在生物起源的过程上，原始地球说、原始细胞说等都是研究生命产生的过程，很少有人把研究的重点放在它为什么不灭绝的问题上，很少有人把它不灭绝这个现象当成生物的本质。

达尔文的进化论之所以伟大，就在于他不去追究各种生物的产生原因，而是用生物的灭绝与否来解释我们观察到的现象。达尔文特别强调："千万别忘记这一点"。达尔文让我们千万别忘记的这件事，用两个字来概括就是"幸存"。狭义进化论与广义进化论在这一点上应该是一脉相承的。但达尔文没有做这种扩展，甚至没有把这种思想方法用在生物的起源上。牢记这个幸存的观点的最好办法就是把它总结成一个定理。

定理：我们能直接观察的任何事物都是幸存的事物。

任何时候都不要忘记以幸存的角度来分析生物、进化和文化，我们见到的所有生物都是幸存的生物，我们见到的任何进化都是幸存的进化，我们见到的任何文化都是幸存的文化。不要问这些生物、进化和文化为什么会产生，而应该问它们为什么会幸存。

最终决定一个企业命运的，不是消费者，而是竞争对手。所以现代营销学不仅提倡顾客导向，而且提倡竞争导向。如果你没有竞争对手，那么你的产品再差也卖得出去；如果你的竞争对手很多、很强，那么你的产品再好也可能卖不出去。所以能够生存的企业都是幸存的企业，是自然选择（市场选择）的结果，能否幸存取决于自身也取决于环境。

生物系统有很高的繁殖速度，因而有很高的淘汰率，但是人类的社会系统的繁殖率很低，尤其像国家这样的大系统繁殖率更低，

淘汰率应该也很低。所以人们会认为幸存的人类系统结构变化的方式偶然性很大，其实不然，国家灭亡和选举、换届是常有的事，而且自从人类有了理性思维之后，人类的主观世界中形成了一种仿真系统。人类可以在这个仿真系统中不断地试错，所以人类社会系统的淘汰率也可以非常高。

7.5 铲除目的论

在世界各国的生物学家和哲学家们当中，至今还有很多人认为目的论正确或部分正确，包括恩斯特·迈尔、罗森伯格和埃利奥特·索伯等，呈现出一种向亚里士多德复归的趋势。

李建会(2006)认为，生物体的复杂性之所以造成还原的困难，原因有两点：第一，非目的论提供的每种因果解释都是不完全的，因为它没有穷尽所有可能的方式；第二，提供的每种因果解释是完全的，但却是不确定的，这样，我们就不知道子系统之间的相互作用会产生什么样的结果，所以我们就不能把它们看作比目的论解释更基本的关于目的性现象的解释。在我们还没有获得完全的、已经被经验证实的有关目的现象的定向组织子系统理论之前，就断言目的论描述可还原为非目的论的描述是缺乏根据的。

但是笔者认为反馈的解释是确定的，虽然可能无法穷尽所有可能的方式，但这种问题在物理化学领域比比皆是，根本不是目的论存在的理由。李建会还提到决定论和自然有限论，这也不是生命领域的特殊问题，所以也不是目的论存在的理由。

目的论的理由主要是生物体的复杂性，其实复杂并不一定需要目的论。定向行为产生的关键是负反馈，所以只要找到负反馈就可以铲除目的论了。每一个构成负反馈的环节可能都很复杂，但我们没有必要了解每一个环节形成的原因，我们只要确定每一个环节都是非目的性的就足够了。这样就把目的性行为还原为若干个非目的性环节的特定方式的组合，目的论也就没有存在的必要了。

人类决策包括三个步骤：明确目标，提出方案，选择方案。方案当中包括行为的内容和对行为效果的估计，选择方案的依据是行为效果与目标的关系。如果说某个行为是有目的的，这就意味着行为主体预测了多种行为的效果，并且比较了这些效果与目的之间的关系，然后根据这些关系选择了一个方案。

定理：必须满足以下两个条件之一，才能说一个行为是有目的的行为。①行为之前主体能够预测行为的效果；②行为之前主体能够选择行为。

对目的性的限定不需要同时满足①和②两个条件，只要满足一个就是有目的的。以预测为基础的行为是自觉的行为，所以自觉的行为是有目的的行为。选择意味着行为主体有能力采取某种行为，也有能力不采取某种行为。对目的性的这个限定当中不包括目标的自主性，即使目标是被迫的，行为也可以是有目的的。对目的性的限定当中也不包括决策是否最优，有目的的行为决策可以不是最优决策。

一个非生物的负反馈系统显然不具备预测和选择的能力，所以它的行为就没有目的，反馈系统所表现出的目的性其实是一种似是而非的目的性。

以一个水池为例，如果这个水池的进口处装了一个浮子针阀，就形成一个负反馈系统，当水面上升时，浮子上升导致针阀关闭，入水停止，水面下降时，浮子下降导致针阀打开，开始注水。说这个系统具有目的性，是因为这个系统有两个行为：注水和停止注水，似乎系统可以选择这两种行为。这两种行为有不同的效果，但行为的效果总与一个固定的水位相关。所以它似乎是有目的的。说它似是而非是因为它不能选择行为，当水面下降时，阀门必须打开，这时系统不能选择关闭阀门这种行为。

既然负反馈系统没有目的性，那么它还有什么用呢？负反馈系统对于生物进化有特殊的作用，生物的很多重要功能都与负反

馈有关。为什么会这样呢？进化意味着结构的复杂程度增加，一般来说越复杂的系统越容易被破坏，所以进化的物种要想在激烈的生存竞争中幸存，就必须具有更强大的生存功能，而负反馈就是一种强大的生存功能，负反馈功能能减少系统被破坏的可能性。

是不是所有的负反馈系统都有利于生物的生存呢？不是，负反馈系统只能维持某种稳定，但这种稳定与生物的生存之间没有必然的联系，有的稳定对生存有利，有的稳定对生存有害。但是这些负反馈系统经受自然选择之后，留下来的就只有对生存有利的了。所以，负反馈的目标也来自于幸存。铲除目的论其实很容易，关键在于不是生物想要这样或那样，而是生物只有这样或那样才能幸存。

7.6 镜子里的你

生物能够产生和存在是因为它们有自复制的功能，即繁殖功能，那么生物为什么要繁殖呢？你一个人坐在镜子面前，你会发现镜子里的人总是看着你，但是你不要问他为什么不看别处。有人觉得：因为他长得跟我一样，所以特别喜欢欣赏我的容貌。这种解释是不是很可笑呢？一点也不可笑，目的论者就是这样解释生命的。

我们都知道，镜子里的人不是总看着你，他看别处的时候你不知道。也许你可以问人为什么活着，但你不要问生物为什么要生存，不要问生物为什么不顾一切地寻找食物、争夺配偶并大量繁殖，甚至为了繁殖献出自己的生命。不繁殖的复杂物质或者繁殖速度慢的生物不是不曾存在过，而是你看不到。一个被宠惯了的孩子会有这样的疑问：“为什么所有的人都让着我？一定因为我是世界上最聪明、最伟大的人。”他首先提出一个错误的命题，然后再去解释它，目的论者犯的也是这个错误。他们首先假定生物的行为是有目的的，然后再去寻找目的。

生物作为复杂系统必须繁殖才能生存到今天，生存到今天才

会被人看到，才会有人追问它们为什么繁殖。所以不是生物的繁殖本身有什么目的，生物不是因为看到了生存的前景才决定繁殖，多数生物也没有把繁殖作为精神追求。产生所谓“目的性”的原因是生物的幸存。也可以说，生物的生存是一种无奈，生物的繁殖也是一种无奈。

物质的变化是随机的，任何变化都有可能发生，世界上的物质千奇百怪，什么样的物质都可能有过，但并不是所有的物质我们都能看到。就像镜子里那个人的脸可以转向任何方向，但不是他转向每一个方向时都能被你看到。那么什么样的物质才能被我们看到呢？只有一种物质：那就是宇宙发展变化140多亿年以后仍然能够存在的物质。这样的物质又有两种：结构简单的和结构复杂的。很多结构简单的物质结构稳定，所以能够长久存在，包括基本粒子、稳定的原子和简单化合物。而结构复杂的物质往往不稳定，容易被破坏，所以只有那些具有特殊的生存能力的物质才能长久存在，从而被我们看到。

7.7 生物的目的定理

生存是宇宙强加给生物的功能，而不是生物追求某种利益的手段。世界的进化就像一条河，哪里低就往哪里流，它并不知道哪个方向有大海。世界就像一台机床，它按照一定的规律运动，不知道自己应该生产什么零件，你安装得不好，它就把坏零件给你造出来。人类产生之前任何运动都是盲目的，生物的产生和进化也是盲目的必然性造成的。因此生物的生存没有任何目的，如果说有目的的话，生物生存的目的就是生存。

前面说了生物的生存和繁殖都不是有目的的，但是人们已经习惯于寻找目的的思维方式，所以我们需要一个生物的目的定理。

生物的目的定理：生物具有各种功能的目的都是为了维护自己和后代的生存。

证明这个定理其实很容易，不要问生物为什么寻求生存，因为

不寻求生存的生物你看不到。在生物进化的过程中，生物曾产生过千奇百怪的功能，其中有些功能对生物的生存有害，具有这种功能的生物的前途是显而易见的，没有这些倒霉功能的生物都很难生存，有这些倒霉功能的生物就更没有生存的希望了。所以，我们发现所有的生物都为了生存而具有种种神奇的功能。在生物世界里，大鱼吃小鱼，小鱼吃虾米，很多生物的生存都是以其他生物的死亡为前提的。生物世界里充满了血腥和杀戮，而怜悯、仁慈、宽容、同情几乎是不存在的，生物为了维护自己的后代和自己的生存可以做任何事情。可以说进化的目的是生存，生存的目的却不是进化。生存的目的就是生存。

我们把生存当成生物的目的之后，也应该把生存当成生物有序的标准。

生物的目的定理的推论：判断生物结构有序度增加的标准是结构的改变是否有利于生物的生存。

1962 年，英国动物学家维因·爱德华兹认为自然选择也可以对集体进行选择，"集体选择"学说可以很容易地解释动物的利他行为，它们是为了集体的利益而牺牲了个体利益。但美国生物学家威廉斯 1966 年出版的《适应性与自然选择》一书给了"集体选择"学说致命的一击。他认为个体如果只是为了集体而牺牲自己和后代的利益，就会被集体中的自私自利者坐享其成，这种纯粹利他的个体的后代要么也变成自私自利者，要么就被淘汰，因此利他行为为自然选择所不容。这个"基因选择"学说后来被英国动物学家道金斯形象地称为自私的基因，成功地进行了普及而广为人知。

后来英国生物学家汉密尔顿提出了"亲属选择"的概念：一个个体能够通过帮助亲属的繁殖而影响自然选择的结果。蚂蚁的受精卵发育成雌蚁（包括新蚁后和工蚁），未受精的卵则发育成雄蚁。因此雌蚁的基因组一半来自蚁后，一半来自蚁王，而雄蚁只有

来自蚁后的那一半，基因组是雌蚁的一半。在遗传学上，雄蚁属单倍体，雌蚁属双倍体。蚁王当然也是单倍体，它的精子不必像卵子那样要经过减数分裂丢掉一半基因，而是把全部的基因都传给了雌蚁。因此，对于雌蚁来说，它们的基因来自蚁后的那一半最可能有二分之一相同，但是来自蚁王的那一半则是完全相同的，姐妹们彼此之间的遗传关系不是像人那样只有二分之一，而是四分之三。如果它们生儿育女，与儿女的遗传关系不过二分之一，还不如姐妹们亲。这样，对于工蚁来说，与其生儿育女，不如一心一意照顾蚁后让它生产更多的姐妹，那样更有利于保存自己的基因（方舟子，2005）。

有了“亲属选择”的概念，我们就可以理解生物的利他行为并不是真正的利他，而是利己，是为了维护自己的基因的生存，这种“假仁义”也是自然选择后幸存的结果。

7.8 生存与繁殖的关系

因为生命的本质是生存，生存的主要手段是自复制，所以繁殖是生物最主要的功能。生物的其他所有功能几乎都是为实现和促进这项功能而进化的，包括人的智能也主要是为了繁殖而进化的。

生存与繁殖之间本无所谓目的和手段，但人类有一种先验的思维模式，总想在两者之间找出目的和手段的关系。一定要找的话，可以说两者互为手段，互为目的，分不出第一位和第二位。

首先，生存是目的，繁殖是手段。生物的复杂结构能够生存，就是因为生物能够繁殖，非生物的复杂结构不能生存，就是因为非生物不能繁殖。繁殖是生存的原因，因此可以说繁殖是生存的手段，生存是繁殖的目的。如果不繁殖也能生存，就没有必要繁殖了。但反过来也成立，即繁殖是目的，生存是手段。很多低等生物繁殖之后很快就死亡了。有一种蜘蛛交配后雌蜘蛛就把雄蜘蛛吃掉。这样说起来，生存的目的就是繁殖，繁殖以后就没有生存的意义了。

从原因和结果的角度来说,双方互为原因,互为结果。首先,繁殖是原因,生存是结果。繁殖这种功能是偶然产生的,产生之后,导致了这种结构的存在,所以,繁殖是原因,生存是结果。反过来说也成立,死了还怎么繁殖呀?生存是繁殖的必要条件。所以说生存是原因,繁殖是结果。

7.9 什么叫"活的"

"活的"这个词是什么意思呢?这个问题看起来很容易,连小孩都知道,但仔细想想其实很难。也许有人会说:"会动的东西就是活的。"但是,太阳、月亮都在运动,它们是活的吗?有人说:"会说话的东西是活的。"那收音机、录音机是活的吗?到底什么是活的呢?

"活的"这个概念可以有两个定义。第一个定义:在相同的环境条件下对一种刺激会产生多种反应的物质叫活的物质。

例如同样是下雨天,有时打雷,有时不打雷,于是古人认为雷电是活的;再如同样一只狗,有时咬人有时不咬人。

其实在相同的环境条件下,任何一种物质对一种刺激都只能产生一种反应,这才符合结构决定功能定理。但实际生活中,人们无法观察到全部环境条件的变化,结构决定功能定理似乎失效了,所以人会把死的物质当成活的物质。随着科学的发展死的物质与活的物质之间的界线已经越来越模糊了。

古代,人们把天地、风雨雷电都当成是活的。后来,随着科学的发展,人们对各种现象产生时的环境条件的变化观察得细致了,于是发现这些物质在相同的环境条件下,对一种刺激都只能产生一种反应,这些物质就不再被当成活的东西了。

但人们对生物的认识一直很肤浅,所以生物对一种刺激产生不同反应时,人类无法找出生物内部的环境条件发生了什么变化,所以生物始终被当成活的东西。随着分子生物学的发展,现在已经有一些生命物质的结构和功能被人们认识,所以一部分活的生

物已经开始向"死的"方向变化。

由于科学在发展,所以用第一个定义划定的范围会不断变化,这样就很麻烦。第二个定义就不存在这个问题,现在人们倾向于接受第二个定义。

第二个定义:所有的有生命的生物都是活的,所有的非生物和死亡了的生物都不是活的。

说一个物体有自主性就等于说它是活的。有目的的行为都是自主的行为,但自主的行为不一定是有目的的行为。需要注意的是混沌理论在描述混沌系统的特性时使用了分岔的图形,这个图形上对应一个自变量有两个或多个函数值。但这个图并不是在描述活的物质的特性,因为分岔是有条件的。混沌系统对条件很敏感,但向不同方向发展的条件是不同的,对条件敏感不等于条件相同,不会在相同条件下随机地向两个方向发展。

7.10 对死亡的再认识

子曰:"不知生,焉知死。"相反,知道了生,就应该可以了解死了。第1章1.1.4中已经给出了死亡的定义,生物死亡的第一个含义:生物系统的稳定状态发生了很大的变化,生物的复杂结构变成了简单结构、生物的主要功能消失。生物死亡的第二个含义:生物的复杂结构变成简单结构过程的开始。没有人把简单系统的结构变化称为死亡。生命是有序的高级系统,生命的死亡就是高级系统的无序化,无序化就是失去很多功能。

亡对于生物的生存和进化有很大的积极作用,死亡可以维持简单物质与复杂物质的平衡。生物是耗散系统,需要消耗非生物的物质和能量,高级生物需要消耗低级生物的物质和能量。因此生物与非生物之间、高级生物与低级生物之间要维持数量和种类的平衡。死亡是维持平衡的有效手段。

死亡有两种原因:一种是结构被环境破坏,是"他杀",例如大多数疾病导致的死亡都属于"他杀";另一种是自身丧失功能或破

坏自己的功能，我们一般把自己破坏自己的功能称为自杀，把自身丧失功能导致死亡称为寿终正寝。生物的每一个组织系统都有多种功能，但功能的种类是有限的，不是所有的部分都能再生，当生物系统被破坏到一定程度时，生物就会死亡。

寿终正寝是生物进化的手段。最早的生物不具备寿终正寝这种功能，新老生物在任何时刻的死亡概率都是相等的。后来有了端粒酶，生物的寿命才受到限制。生物进化出这种功能是为了把有限的资源留给后代。因为新生物个体是变异的主要来源，可能具有更优秀的功能，长江后浪推前浪，一代更比一代强。但新生物个体在幼年时竞争不过成年个体，如果成年个体太多，新生物个体就没有生活资源了，也可以说，死亡是成年个体的一种奉献。

这给我们一个启示，在人类现有的技术条件下，追求长寿是不符合进化原则的。现在有人在用现代科学研究如何长生不老，如果真实现了，就会导致人口更剧烈的爆炸，如果人类获取资源的能力没有突破性的进展，人类就会耗尽地球的一切资源，导致人类灭亡。

但是不让人长寿又违背人道主义，所以这个问题的本质是在进化与人道之间如何选择的问题。在这个问题上也适用效率优先，兼顾公平的原则，即放弃长生不老的愿望，追求适当长寿才是理智的选择。但是如果人工智能飞速发展了，那么资源就可能不成问题了。

第8章 人生的意义

定理：

人生目的定理：生存、繁殖和满足自身的需要是人生活的目的，是一切人生意义的最终来源。

推论1：自杀是短见。

推论2：一切宣扬来世幸福的学说都是宗教迷信。

推论3：一切让人主动选择死亡的宗教都是邪教。

推论4：世界上永远存在不公平。(8.1)

8.1 人生目的定理

生物体内的各种自复制是正反馈，其他功能大多是负反馈。因此，生命的意义由正反馈和负反馈这两种特性决定。正反馈这种特性决定了繁殖是生命的意义、生儿育女是人生的意义；负反馈这种特性决定了趋利避害是生命的意义、追求主体的利益和需要是人生的意义。

不建立趋利避害这样的负反馈的生物在生存竞争中会处于劣势；不把自我的利益和需要作为目标的人也会在生存竞争中处于劣势，所以我们把这样的人叫傻子或精神失常。精神失常就是神经系统的负反馈功能偏离了常态。那么常态是什么呢？常态就是把自我的利益和需要作为行为的目标。

"人不为己，天诛地灭"这个结论作为实证理论是正确的，事实就是这样。但"人不为己，天诛地灭"不能作为规范理论的主要内容，自私自利不应该成为社会提倡的意识形态。

动植物和低等生物没有人那么高级，所以它们生存的意义也

比人简单。人高级，人生的意义也比较复杂，人类的存在、生儿育女、满足自身需要这三项都是人生的意义。低等生物生存的意义只有维持结构存在和繁殖这两项，具有神经系统的比较高级的动物也有满足自身需要这一项，但人的需要与动物的需要不同。当人有了意识以后，人的需要变成了生活的自觉的目的，所以序参量的标准就变成了满足人的需要。然后在人的基本需要的基础上又产生了很多高级需要，包括社交的需要、尊敬的需要和自我实现的需要等，它们成为人生新的意义和判别有序的新标准。但新标准并不废除旧标准，繁殖仍是人生的主要意义，所以我们把虐待子女的行为叫灭绝人性。

人生目的定理：生存、繁殖和满足自身的需要是人生活的目的，是一切人生意义的最终来源。

很多人曾经苦苦追寻人生的意义，其实人生的基本意义就是生存，因为生命的本质就是生存，人这种生命也和其他生命一样，本质是生存。生命的意义是结构存在，无数的物质系统都灭绝了，生命是其中的幸存者，我们每一个人都是幸存者。如果把地球产生以来的几十亿年中地球上所出现过的所有物质系统的数量当作分母，那么我们生存的概率几乎为零。我们今天的生存是无比的幸运，所以生存对死亡的否定就是人生最大的意义之一。

既然生存是人生最大的意义之一，那么人的主要行为都应该以生存为目标，或者说以抗拒死亡为目标。雷锋说："吃饭是为了活着，但活着不是为了吃饭。"这话不完全对，活着的主要目的就是为了生存，为了抗拒死亡而实践，为了抗拒死亡而生产食物，这些都是实践当中最主要的内容。

有人轻生，我们就会说："你怎么这么傻呢？"为什么说他呢？死了不是能进入极乐世界吗？看破红尘不是神佛的大智慧吗？在很多宗教中和一些哲学理论中，死亡都受到美化和推崇。但实际上，否定死亡才是生命的本质，也是人生的真谛。

对死亡的美化只不过是因为人们惧怕死亡，为了减少心理的恐惧而进行的自我欺骗而已。俗话说蝼蚁尚且贪生，何况于人，可见人和低级生物有共同之处。虽然人有很多高级的追求和高级的伦理文化，但生存本身作为目标同样重要，甚至更重要，如果为了高级需求而抛弃了基本的生存目标就不合常理了。

从简单的归纳中我们可以知道，死亡是平常的，生存是特殊的。生存因为少，所以就变得可贵。对死亡的抗拒和否定是世界上最伟大的力量，是真正的神。是这个神，而不是其他任何力量创造了一个无限美好的世界。

生存是获取一切权力和利益的前提，换句话说，世界永远只属于那些幸存者。人选择自杀主要是为了避害，但死亡会使人失去一切获取权利和利益的可能。

推论1：自杀是短见。

推论2：一切宣扬来世幸福的学说都是宗教迷信。

推论3：一切让人主动选择死亡的宗教都是邪教。

名人、亲人死亡之后，仍然会活在我们的主观世界里，所以希望他们得到公平的对待。但客观世界的利益只能分配给活人，给死人的荣誉、祭祀、怀念都只能影响活人。

推论4：世界上永远存在不公平。

8.2　幸存者说

可能马上发生地震，我们都会被埋在瓦砾之下；也许突然燃起一把大火，我们谁都不能砸开铁窗逃出去，现在每一座居民楼的窗户都被铁窗牢牢封死，比监狱还结实，小偷进不来，我们也出不去。印度比我们还惨，印度连火车的车窗都装了铁栏杆，有一列火车失火，乘客全都跑不出来。也许明天又会出现一场瘟疫，夺取很多人的生命。现在环境被严重破坏，将来肯定会有很多新的瘟疫发生，而且人类一时间找不到对应的办法。我们吃的食物有很多已经是转基因食品，谁也不能保证这些食物不会带来一些怪病。地球正

在变暖，海平面正在上涨，将来有可能会淹没北京、天津、广州、上海等城市，在逃亡的过程中，我们又会付出多少代价。

有太多的可能即将发生，有太多的悲剧正在上演。谁没有失去过亲人，谁将来不会被亲人失去。我们已经麻痹了，这些事情都已经不在我们的感性思维之内了。但是我们的理性思维应该把它们找回来，如果你能以一个幸存者的眼光看待你自己和这个世界，你会有很多新的发现，你很可能会改变自己的人生观和世界观。

如果某一天我来到九泉之下，看着那些生活在阳间的人，我一定会发自肺腑地对他们呼喊："你们是幸存者啊，你们多么幸福啊，好好珍惜你们的生活吧！"

而如果你还没有死，还有一天的生存时间，你又会如何使用这些时间呢？那些曾经死死纠缠过你的烦恼、仇恨、嫉妒、失望、懊悔还重要吗？你愿意把时间分配给它们吗？那些已经被你遗忘的亲情、友情，还有得意、开心等种种幸福的感受，你还会轻易地把它们放走吗？过去你也许认为，吃喝玩乐是低级的追求，人的生活目标里不能包括这些低级趣味。但是如果你还有一天的生存时间，你会不会改变看法呢？

8.3 生存与奉献不矛盾

说人生的意义是生存，是不是意味着提倡苟且偷生，否定奉献精神？是不是意味着为了生存可以不顾礼义廉耻呢？不是的。

把生存当成人生的根本意义，表面看来会导致自私自利，其实刚好相反，把生存当成人生的根本意义必然导致人们提倡奉献精神。自私自利无疑是维护自我利益的最直接的方法，在很多情况下也是维护自我利益的最好的手段。动植物的多数行为都是自私自利的，早期人类社会中，人们的多数行为也是自私自利的。但是，人类社会在不断进化，人类社会系统变得越来越复杂和庞大，没有政府、企业和各种社会组织，人们就只能过原始的生活，社会是人类增进自身利益的必要条件。而在社会中，人们必然发现自

私自利经常是破坏社会系统的根源，甚至被称为"万恶之源"。所以任何一个比较成熟的社会都极力否定自私自利，极力提倡奉献。在一个提倡奉献的社会里，人们会发现奉献经常是实现自己长远利益和高级需要的有效手段，例如，失去金钱的同时往往会换来友情、尊敬和荣誉，甚至爱情。所以说把生存和主体利益当成人生的根本意义必然导致人们提倡奉献精神。生物的利他行为是自然选择的结果，人类的利他思想是社会选择的结果。

奉献的目的是什么，奉献的目的无非是为了维护他人的利益，让他人能够生存或更好地生存。所以奉献并不是否定一切生存，而只是否定自我的生存。而且不是任何时候否定自我的生存都是奉献，不到万不得已就没有必要否定自我。只有不得不奉献的时候，奉献才有意义。把钱送给弱势群体是奉献，把钱无缘无故地扔进河里就不是奉献而是愚蠢。如果没有生，就不可能舍生取义，如果生存本身不够伟大，那么就不会把义与生作对比，来凸现义的伟大。

自我的利益和他人的利益都是人生意义的体现，都是人应该追求的对象。而奉献的意义来自于生存的意义，是从属的、派生的，所有的道德规范都是从生存这个根基上派生出来的。

8.4 人生就是灾难和痛苦

过去的生物绝大部分都已经死亡了，现有的生物个体也早晚要死亡。人体的每一项功能的产生都是为了抗拒自身结构的破坏，但是这种破坏从来没有间断过。除了死亡这种对个体的完全破坏之外，还有局部破坏，局部破坏就意味着痛苦。人的局部不仅包括身体的局部，还包括人的劳动产品——各种工具、人造环境、社会组织（家庭、企业、政党等）。环境中的各种因素都可能随时破坏这些产品，包括环境中的每一个他人、每一个组织都可能和你产生矛盾冲突。

生物生存的第一个本领是自复制，因为每一个生物体生存的

概率都很小，自复制产生指数增长以后，就使这种结构的生存概率能够大于零。但是生物依靠自复制这种本领并不能提高每一个生物个体的生存概率，大多数物种的生物死亡率都很高，尤其是低级生物。生物的进化使生物产生出很多功能，这些功能当中大部分都有利于降低生物的死亡率。但死亡率不可能降到零，最高级的生物——人的死亡率也没有达到零，而且在有些国家还很高。

死亡是对生物的彻底破坏，疾病是对生物的部分破坏，对生物的部分破坏在每一个生物的整个生存期间都一直存在。人类创造文明首先是为了减少对人的彻底破坏，其次是为了减少对人的部分破坏，即减少人的痛苦。但痛苦的减少需要一个过程，现在这个历史阶段距离每个人心中的极乐世界还相距甚远。

另一方面，人的痛苦的数量与对人的破坏之间不是线性关系。极小的破坏和极大的破坏可能引起相同的痛苦，因为痛苦的大小不仅是破坏程度的函数，也是其他一些变量的函数，例如观念、个人经历等等。为了尽早发现和排除威胁，人类进化出这样一种特性：对痛苦比对快乐更敏感。所以即使痛苦与快乐在客观上相等，在主观上人还是痛苦的。人的感觉和全部的意识都不是为了快乐而产生的，都是为了抗拒死亡而产生的，而体验痛苦是抗拒死亡的必要条件。家家有本难念的经，每个人痛苦的原因各不相同，但可以肯定没有人能永远摆脱痛苦。人体的每一项功能和文化的每一项功能都是为了抗拒痛苦，没有痛苦就不会有人类的进化和文化。

8.5 人生就是成功和欢乐

每一个痛苦的人都是活人，死人一定没有痛苦。每一个活着的人都是成功者，因为你战胜了随时随地威胁着你的死神。你没有被汽车撞死，没有被火烧死，没有因焦虑、恐惧、悲伤等种种原因而死。如果问你痛苦应该属于成功者还是失败者，我想你一定会说属于失败者。那么每一个活着的人都有充分的理由忘掉痛苦，享受骄傲和欢乐。

那么人生到底是痛苦还是欢乐呢？痛苦是感性的，是客观规律强加给我们的。对欢乐的分析是理性的，是对生命的产生和运动规律进行反思的结果，是主观世界生产出来的。

人类要进化，不能没有痛苦，但痛苦必须有一定限度，否则痛苦也会破坏人体的结构，甚至导致死亡。所以，人应该理性地调整自己的痛苦和欢乐，既不要让痛苦过度，也不要让欢乐过度，因为欢乐过度会使人丧失警惕，丧失奋斗的动力。理性的进化是最高级的进化，过去欢乐和痛苦属于感性世界，逐渐用理性来控制感情是进化的一个重要内容。

第9章　生物的进化

定义：

1. 高级：系统有序度较大的状态。(9.2)

2. 上层资源：当生物具备比较高级的功能时才能利用的资源。(9.3)

9.1　生物进化的开始

由于有了自复制生物就能生存，所以最早的生物没有细胞结构，也没有别的物质来包裹和保护遗传物质，遗传物质完全是裸露的，可能连团聚体的结构都不具备。这虽然是一种推测，没有事实依据，但从理论上应该是成立的。虽然这种生物由于裸露而容易受到破坏，但在原始地球的特殊环境下，在一定时期内应该是可以存在而且可以大量存在的。现在看不到这种生物的原因是随着地球环境的改变，以及比较高级的生命形式的产生，在生存斗争中被淘汰了。细胞形式的生物大量产生之后，占有了地球上有限的资源。一种形式的生物的产生本身就意味着其他生物的环境改变了，在改变之前遗传物质裸露的生物有生存的可能，而改变之后他们就难以生存了。

研究最早的遗传物质是否裸露有什么意义呢？现在科学家们普遍认为，形成细胞是生物起源的标志，这就等于说自复制不是生物起源的标志。而笔者认为形成细胞不是生物起源的标志。除了遗传物质之外，生物的其他部分都属于广义的效用器官。因为它们都不能自复制，它们的作用都是帮助遗传物质进行自复制。

最早的生物是裸露的，所以不需要新陈代谢。可以直接和其他物质进行物理化学反应，反应后的产物可以马上离开，就像普通的化学反应一样。后来，生物的结构日趋复杂，形成团聚体和细胞，遗传物质和其他组成物质被包裹起来，无法直接与外界物质进行物理化学反应，于是，必须把外界物质吸入体内。同时，反应后的产物也不能马上离开，必须把不需要的产物排出体外，这些过程就是新陈代谢。所以新陈代谢不是生物的本质属性，而是生物进化到一定阶段后才需要的功能。

最初生命与非生命只有一个区别，就是自复制。自复制使生命产生了第二个特征，就是复杂，生物的其他特征都是由复杂结构产生的。例如，人的主动性、创造性都是由复杂结构产生的，人的情感也是由复杂结构产生的。

繁殖是生物的第一个本领，以后生物逐渐有了其他本领，这样一来，生物不仅能依靠自身功能使自身这种结构产生的速度增大，还能依靠自身功能使自身结构被破坏的速度减小，这样对繁殖的依赖就逐渐减少了，所以越高级的生物，繁殖速度就越慢。

繁殖速度快的生物死亡率也高。所以繁殖速度快并不一定能增加某一个物种的数量，但是可以使生物在灾变之后，数量迅速恢复。繁殖速度慢的高级物种不能迅速恢复，那么它们高级的结构好在哪呢？它们的好处体现在抗拒灾变的能力增强了。但是这种增强的程度是有限的，大象虽然比蚂蚁结实，但在火山喷发时，它们的命运是相同的。在小的灾变面前，高级生物有生存优势，在大的灾变面前，低级生物有生存优势。就好像人类社会在天下太平时，统治阶级享尽荣华富贵，而天下大乱时，就该感叹"有女莫生帝王家"了。

9.2　生物的高级和低级

达尔文学说受到人们普遍推崇，围绕达尔文学说的众多争论也一直惹人瞩目，其中与生物的高级低级之分及其进化的必然性

等问题有关的争论至今仍然没有定论。这些争论主要有：

第一，生物是否有高级和低级之分，应该如何划分；

第二，进化是偶然的还是必然的；

第三，进化与其他演化方式之间是否有主次之分；

第四，是否应该用"演化"代替"进化"。

下面分别就这些争议进行探讨。

高级和低级往往是以人为中心的评价标准，达尔文明确地告诫自己"绝不使用高级和低级这些词"。达尔文的这一思想被现代的绝大多数进化生物学家所继承（田洺，1996），例如现代著名进化论者古尔德说："假如阿米巴像我们一样适应生活的环境，谁又能说我们是高级的生物。"（斯蒂芬·杰·古尔德，1997）

但笔者认为生物的复杂与简单是客观存在的，生物有序程度的不同也是客观存在的。在达尔文那个时代，人类把自己当成上帝的宠儿，以人类为中心的观念阻碍了科学的发展，所以达尔文坚定地与人类中心说划清界限是可以理解的。今天时代不同了，人类已经能够客观地对待人与自然。对于高级和低级的概念，我们可以赋予它们客观的含义，用有序程度作为评价物质系统高级和低级的标准，然后把高级和低级当成客观标准来使用。因为有序是复杂的真子集（复杂与有序的关系详见第12章12.5），所以高级必然复杂，复杂也可以作为评价高级与低级的参考标准。

定义：高级是系统有序度较大的状态。

其实，高级和低级原本包含对复杂程度和有序程度的评价，这种改变只是改变了坐标原点，坐标的方向和单位没有变。例如，亚里士多德认为无机物是低级的，有机物是高级的，而在有机物中，植物是低级的，动物是高级的，人类是最高级的。用复杂程度和有序程度作为标准来看，亚里士多德的这种划分也基本正确。

生物进化的起点是一些最简单的生物，进化导致平均复杂程度的增加，所以复杂程度增加是生物进化的十分明确的方向。

但复杂的并不一定都是高级的，有些生物由复杂变简单后更能适应环境。例如，人的基因组中垃圾DNA占90%以上，只有3%是编码蛋白质的外显子。高等真核生物都有很多垃圾DNA，包括假基因、高度重复序列和内含子。相反，由于细胞能够快速分裂对原核生物和简单的真核生物来说非常重要，所以垃圾DNA逐渐从它们的基因组中剔除了。而细胞快速分裂对高等真核生物来说并非一种优势，因此内含子在其基因组中保留下来（方舟子，2005）。这些内含子使高等真核细胞变得更复杂，但不能带来相应的功能。因此我们说复杂的并不一定都是高级的。

那么，能不能因此说细菌比人高级呢？当然不能，人在其他很多方面比细菌高级，人的其他复杂结构使人具备很多复杂的功能，人的综合评分远远高于细菌。

复杂化的进程要想持续，必须使复杂的结构能够稳定存在。而要使复杂的结构稳定存在，就必须不断产生新的功能，即提高有序程度。人类细胞没必要清除垃圾DNA，是因为它们那3%的外显子与原核生物的全部基因相比结构更复杂而且更加有序，使人具有更多的生存本领。

这里有两点需要注意：第一，高级与低级的比较既包括不同种类生物之间的比较，也包括同一种生物当中不同个体的比较。例如，羽毛美丽的雄孔雀更容易得到异性，因为它们更加有序，所以更加高级。

第二，有序度增大所导致的适应环境的新能力可能是潜在的，可能会由于环境的变化而无法表现出来。例如，某种结构能使生物更好地适应寒冷气候，但这种结构产生以后，环境却变得异常炎热。或者新功能是不完善的，就像一个蹩脚的设计师比不上蜜蜂。

有序度增大其实是一个不断创新的过程，即不断出现新的结构和功能。创新有两种：成功的创新和失败的创新，创新的失败率很高，这就好像一个人想做好事，但常常事与愿违。大自然只看结

果,不看动机,如果高级化不能适应环境,就会被无情地抛弃。然而我们必须承认,任何一种能带来新功能的创新都是有序度增大,与自然选择的结果无关,失败的高级也是高级的。

9.3 生物进化是必然的

生物演化包括三种:进化、退化和中性漂变。生物演化过程中每一个性状的出现都是偶然的,是盲目变异的结果,但复杂程度不断增加的新结构的出现是必然的,由第2章2.3.3波耳兹曼原理的推论1可知,复杂的新结构出现的概率不可能为零。但是达尔文认为复杂的新结构是否会被保留则没有必然性,自然选择只与生物的适应性有关,与复杂与否无关。达尔文的自然选择理论没有提出更完美原则,不保证一般性的改善(斯蒂芬·杰·古尔德,1997)。美国著名遗传学家穆勒和古尔德等很多学者都把这个观点当成达尔文进化论的核心观点之一。自然选择理论的这个观点就像是说足球比赛判断胜负的原则永远是比分,不能依据球队的实力,而且实力也不能保证强队比弱队的胜率更高。穆勒和古尔德等学者极力维护的其实就是这样一个观点。

而恩格斯认为进化是必然的,恩格斯说:"进一步发展出能思维的生物,实在是物质的本性,因而具备了发展所需要的条件(这些条件并非在任何地方和任何时候都必然是一样的)的任何情况下,这种发展是终究必然要发生的。"(恩格斯,1984)但是恩格斯没有具体说出物质的哪些本性导致生物进化的必然性,所以有些学者认为恩格斯这样说缺乏事实和理论依据(田洺,1996)。

莫诺认为进化是由偶然性决定的(雅克·莫诺,1977),就像在任何一场比赛中,你都无法预言哪个球队能取胜,所以必然性不起任何作用。这种观点显然是错误的。生物进化是无可争辩的客观事实,最早的生物最简单,现在的生物极端复杂,把这样一种翻天覆地的变化归因于偶然性让人无法接受。自然界选择了高级生物,难道就没有一点理由吗?恩格斯的观点可以比喻为:实力强的

球队虽然也有失败，但从多个赛季来看他们的总成绩一定比弱队强，一个个偶然的失败和成功都只是他们表现实力的过程，不能用奥卡姆的剃刀把实力这种概念去掉。

这里有一个问题，生物的高级与足球队的实力能相提并论吗？如果阿米巴能像人一样适应环境，谁又能说人更高级呢？如果一个乙级队能战胜甲级队，那么甲级队的实力体现在哪呢？所以我们必须找到高级生物必然产生的理由，或者说为什么自然选择对进化有偏爱。

某一个种类的生物是不断繁衍还是灭绝，取决于这种生物的适应性，生物适应性的指标是繁殖速度和死亡速度之差，而这两个速度取决于生物获取资源的能力和抵御、躲避敌害的能力。

我们知道食物链可以用金字塔的形式来表示，低级生物一般只能利用下层资源，高级生物则可以利用上层资源。其他资源也往往有层级之分，我们可以把高层空间难以被利用的资源称为上层资源，也可以把地壳深处和海洋深处难以被利用的资源称为上层资源，在同一层里还需要划分出若干区域。

定义：上层资源是当生物具备比较高级的功能时才能利用的资源。

在进化的某一个阶段，有些层级或区域的资源已被当时的生物瓜分完毕，有些层级或区域的资源却无人问津，因为当时的生物功能有限，无法利用这些资源。例如，水生的生物无法利用陆地的资源。当某些海洋生物最初来到陆地上时，陆地对它们来说可能还是一片处女地，而海洋里则早已是弱肉强食、残酷竞争的角斗场了。所以这时来到陆地的生物与海洋里的生物相比，生存的概率就大多了。

进化产生的高级生物可能出现三种优势：第一，可以利用上层资源；第二，可以利用下层中无人问津的资源；第三，让已被瓜分的资源重新分配（对资源的瓜分也包括对异性的瓜分，因为异性对

于任何一个生物个体而言都是一种资源）。

由于高级生物可能具有这三个优势，所以在生存竞争中，高级生物与低级生物相比更容易生存，因此说自然选择对于进化是有偏爱的。需要注意的是对于新资源的开发既是进化的动力，也是退化的动力。但退化的生物与进化产生的高级生物相比，开发新资源的能力一般要差些，至少是很难利用食物链的上层资源（尽管有不少特例）。

自然选择对进化的偏爱还有以下原因：高级生物抵御、躲避敌害的能力较强，一般来说高级生物死亡率较低，繁殖成功率高。古尔德还指出，生物结构与功能复杂性的增加，使变异的机会增多（斯蒂芬·杰·古尔德，1997）。

达尔文提出的自然选择理论非常伟大，但这个理论中也包含一些错误，他认为自然选择对于进化没有偏爱就是一个错误。恩格斯虽然批判了机械唯物主义，却没有具体指出达尔文的这个错误，所以导致有些学者认为恩格斯错误地理解了自然选择理论。其实应该说是恩格斯正确地改造和发展了达尔文学说。

另外古尔德说："将生物进化等同于进步的观念，一直有不幸的后果"，他指的是社会达尔文主义的罪恶（斯蒂芬·杰·古尔德，1997）。这种说法是毫无道理的，不能因噎废食，就像恐怖主义分子也喜欢 AK－47 冲锋枪，于是我们就应该把这种枪全部销毁吗？

如果讨论自然选择的问题，那么用"演化"比用"进化"更合适，因为自然选择的结果有可能是进化，也有可能是退化。但是，我们必须清楚，演化与进化是两个不同的概念，不能混淆，既然进化有必然性，那么对于这种必然发生的自然现象就有必要单独研究，给予足够的重视，而不能在任何情况下都用演化代替进化。

9.4 主次之争

在达尔文看来，进化不仅没有必然性，而且生物演化的各种形

式中进化和退化之间也没有主次之分(田洺,1996)。而恩格斯认为,生物演化的总趋势是进化,进化中虽然有退化,但进化还是主流(韩民青,1995)。

对于这种主次之分,可以有两种理解。一种理解认为,客观世界的运动不存在先验的目标,只是按照一些客观规律运动,这些规律就像游戏中的规则一样,并不规定游戏的结果。当结果出现以后我们发现有进化和退化两种现象,这时我们出于某种考虑把进化当成主流。另一种理解认为,进化是一个先验的方向,甚至是客观世界运动的先验的目标,是宇宙运动的根本法则,客观世界就像一个人一样,有自己的意识,并能自觉地利用客观规律控制自己的运动向这个目标前进。

笔者认为,如果是第一种理解,那就问题不大了。这就好像把人的相貌认识清楚就行了,给他带什么帽子,穿什么衣服都没有关系。达尔文担心人们把进化理解为先验的方向,所以反对区分主次;但如果我们注意到进化有必然性,而且进化是人类出现的原因,就应该区分主次。其实区分主次和不区分主次这两种认识完全可以并存,如果在这个问题上争论不休,就有可能走向经院主义。

但是对于主次的第二种理解是完全错误的。生物进化有必然性,但不能说只有向复杂有序的方向发展才是合理的,更不能说进化是生物生存和运动的目的。生物的起源和进化不存在目的,如果我们可以把生存当成生物运动的目的,那么进化也不是实现这个目的的唯一手段,甚至往往不是最好的手段。

客观规律就像一些数学模型,当边界条件给定时,必然得到确定的结果,从这个意义上说结果已经包含在客观规律当中也是可以的。但问题是边界条件不确定,是有偶然性的,因此同样的客观规律既有可能导致进化,也有可能导致退化。所以,要说结果已经包含在客观规律当中了,那么客观规律当中包含的既有进化也有

退化,这两个结果谁是主谁是次仍然没法确定。反过来说生物的进化乃至宇宙的发展完全由偶然性决定也是不对的,因为客观规律本身体现了必然性。

高级并不否定低级,人类喜欢高级和进化,但自然界并不一定总喜欢高级和进化。自然选择的唯一标准是适者生存,而不管是否高级,只有当高级的结构能增强生物的适应性时,才会赢得大自然的微笑。自然选择虽然对进化有偏爱,但这种偏爱是有限的。所以,今天虽然高级生物种类繁多,但适应环境的低级生物在数量和种类上仍然占据绝对优势,不同层次的生物享用不同层次的资源。

9.5 低级生物适应环境的原因

既然高级生物具有复杂的结构和功能,低级生物没有这么多复杂的结构和功能,那么为什么低级生物也能适应环境呢?笔者认为主要有以下三个原因:

第一,在食物链中如果捕食者增多,导致被捕食者急剧减少,那么捕食者也会因缺少食物而减少,即高级生物的那些高级功能的发挥与环境相关,有可能因为环境变化而降低功效或失效。这样形成一种负反馈的关系,最终双方的数量达到平衡。从这个意义上说,低级生物的存在是为进化作陪衬和保驾护航。

第二,地球环境中的资源具有多样性,不同的生物可以享用不同层次的资源。高级生物由低级生物进化而来,一般都会涵盖低级生物的很多功能,可以使用与低级生物相同的资源,因此会与低级生物争夺资源。又因为高级生物进化出了一些新的功能,所以在争夺资源时往往处于优势地位。例如人在与动植物争夺资源时就处于优势地位,政府在与企业和平民争夺资源时,处于优势地位。但复杂生物在增加新功能的同时,也会丧失一些功能。例如对于表面积与体积之比很大的小型动物来说,引力可以忽略不计,它们可以轻易地在墙上爬行,而大型的高级生物就不行。因此复

杂生物在占据上层资源的同时往往必须让出很多下层资源。高级生物的功能当中并不能涵盖低级生物的所有功能，高级生物并不能取代低级生物的地位。

第三，生物越复杂，繁殖速度越慢，这使高级生物死亡率低的优势大打折扣。复杂生物在灾变发生后数量很难恢复，而低等生物更容易适应复杂多变的环境。自然选择的标准是适应性，有序的标准是出现新功能，高级生物不一定适应性强，适应性强的生物不一定高级（详见第12章12.3）。

由此可见，低级生物有它们存在的理由。人类社会也是一样，有政治、经济、文化等不同层次的组织和不同层次的文化。不同层次的组织享用不同层次的资源，不同层次的文化也各有其存在的理由。跨国公司并不能扼杀所有的小企业；各种艺术形式（绘画，摄影，小说等）虽然都已经发展到了很高级的阶段，但低级的大众艺术（如家庭摄影，年画等）仍然可以大量存在，也应该大量存在，因为老百姓需要它们。

进化中出现的新结构往往既有长处又有短处，有人会说，新结构既然有得有失，那还不如不变的好，以免麻烦。这话看似有理，但不能这样说。因为选择的主体是大自然，而不是我们。如果一种新结构有得有失，而且得失刚好相抵，适应性不变，大自然会怎样选择呢？它一定照单全收，大自然不怕麻烦。所以，进化虽然总有得失，但进化是必然的。

既然低级生物也能适应我们这个地球的环境，那么高级生物的那些复杂的结构和功能还有什么意义呢？

进化的意义在于使复杂结构的物质系统能够生存。进化就是复杂化，复杂的结构能造就新功能，新功能可以维持更复杂的结构，即新功能支持进化。新功能的产生就是有序度增大，因此这种关系又可以说成是有序支持复杂，复杂造就有序，复杂与有序之间形成一种正反馈关系。也可以说，进化的结果支持了进化本身，进

化的目的就是进化，进化的结果还是进化，这个正反馈使进化的过程得以幸存并不断加速。进化的目的不是为了完成上帝的任务，不是为了创造和拯救人类，进化只是一种能被我们看见的存在而已。

自然选择对进化的偏爱是客观的，不以人的意志为转移。而人类也看重高级生物，因为高级生物可以享用上层资源，而且人本身是高级生物。阿米巴虽然能适应环境，但没有人把阿米巴当成高级生物。就像跨国公司终究比小企业高级，经常可以得到垄断利润。再如一个普通工人虽然可以比总经理活得更快活，但没有人把普通工人当成高级职员。人是高级生物，一切理论都是为人服务的，所以在人的心目中高级就具有先验的神圣地位。虽然高级生物和低级生物各有优势，但人总觉得高级生物的优势更有理论价值。

退一步讲，即使进化是偶然的，我们仍然需要把进化当成最主要的演化，并且给予特殊的关注。人是进化的产物，人类要想解答"我是谁"的问题，就必须了解进化的过程和进化的原因。

9.6 食物链中的越级现象

生物在按照食物链关系构成的金字塔中，高级生物一般居于上层，低级生物一般居于下层。但也有很多越级现象，例如鲨鱼可以吃掉很多种海洋哺乳动物、细菌和病毒可以把几乎所有的生物作为食物，而很多高级动物只能以植物为食。

为什么食物链不按生物的进化顺序排列呢？进化使生物更加复杂和有序，更加有序意味着产生了新的适应环境的功能。生物能否生存取决于繁殖的速度和死亡的速度，生物适应环境的能力也包括两个方面的功能——提高繁殖能力和降低死亡速度的能力。只要在这两方面中的一个方面出现了新功能，这种生物就比以前的生物更加有序，而且每一个方面又包括很多种能力。捕食的能力提高了可以使生物死亡率降低，但还有很多

其他方法可以降低死亡率，如躲避敌害的能力、适应天气变化的能力、免疫的能力等。所以高级生物与低级生物相比，不一定有更强的捕食能力。在食物链构成的金字塔中，下层生物是可以被上层生物利用的生存资源，但生存资源种类繁多，不只是猎物，所以不能说草食动物获取资源的能力就比肉食动物低。而且一种能力提高的时候往往会降低其他方面的功能，所以生物适应环境的能力与捕食能力并不成正比，食物链的前后关系与生物进化的顺序也没有必然联系。但捕食能力毕竟是生物适应环境的一项重要功能，所以多数高级生物居于金字塔的上层，低级生物大多居于金字塔的下层。

第10章　柔性与智能

定义：

1. 系统的柔性：随着环境的变化系统的某些结构和功能产生一些可恢复性变化，使系统的其他结构和功能保持稳定的能力，即系统应对环境的能力 （10.1.1）

2. 弹性：系统的某个变量随环境变化的比例关系 （10.1.1）

3. 刺激－反应：物体在与其他物体发生相互作用时的变化。（10.1.1）

4. 生物的柔性：生物在不同的环境条件下使自身某些结构和功能产生一些可恢复性变化，以维持生存的功能。（10.1.1）

5. 生物被动地适应环境：如果生物的输出不改变环境或对环境的改变与生物的生存无关，那么这种输出就是生物被动地适应环境。（10.1.1）

6. 生物改造世界：如果生物改变环境的输出对生物自身有利，这种输出就是生物改造世界。（10.1.1）

7. 与其他物质发生碰撞、挤压和摩擦等受力作用以及温度变化时，生物体当中能发生某种变化并影响生物输出的部分是触觉器官；不同的光线刺激时，生物体当中能发生不同变化并影响生物输出的部分是视觉器官；空气震动状态变化时，生物体当中能发生不同变化并影响生物输出的部分是听觉器官；空气中的成分变化时，生物体当中能发生不同变化并影响生物输出的部分是嗅觉器官；食物中的成分变化时，生物体当中能发生不同变化并影响生物输出的部分是味觉器官 （10.1.2）

8. 先天联想是通过遗传获得的神经联系；后天联想是不依赖遗传所建立的神经联系。（10.2.1）

定义：

9. 非条件反射是包含先天联想的刺激反应；条件反射是包含后天联想的刺激反应。(10.2.1)

10. 广义决策就是能够直接影响行为的神经系统变化；狭义决策是能够直接影响行为的意识变化。(10.2.3)

定理：

认识活动的目的是在经验与利益之间建立正确的联想，以便根据已有的经验和假设作出预测和决策。(10.2.3)

10.1　生物的柔性

10.1.1　柔性的产生

生物在进化的过程中一方面种类越来越多，另一方面生物个体的结构越来越复杂。不仅高级生物的种类增多了，低级生物种类也增多了，因此在不同的环境中都有低级生物大量存在。高级生物的特点是个体的结构复杂，复杂结构使生物个体具备很多功能，逐渐增强的柔性是其中的主要部分。

低级生物生存的主要手段是极高的繁殖速度，它们的死亡率也很高，因为一种特定的低级生物只能在少数几种环境中生存，环境稍有变化，它们就会大量死亡。我们发现病毒、细菌等低级生物可以在很多种环境中生存，似乎无处不在，适应能力无比强大，但这是指病毒、细菌的总体而言。每一种特定的低级生物只能适应几种特定的环境，它们之所以能适应新的环境是因为产生新的品种，而这些新品种可能只适应新的环境，不能适应原来的环境。

随着生物的进化，生物适应不同环境的能力不断增强。要提高适应不同环境的能力就必须改变自己，增加柔性。

定义：系统的柔性是指随着环境的变化系统的某些结构和功能产生一些可恢复性变化，使系统的其他结构和功能保持稳定的

能力，即系统应对环境的能力。

柔性不是一次变化，如果环境恢复之后，系统不能恢复，这种变化就不是柔性。柔性的变化有利于自身其他结构和功能的稳定，如果系统的变化与自身的其他结构和功能的稳定无关，那么这种变化也不是柔性。增加柔性的方式有很多，例如，植物随季节变化改变形态——树叶的脱落和生长、变色、开花，动物变色、变态、冬眠等。柔性不是弹性。

定义：弹性是指系统的某个变量随环境变化的比例关系。

例如，弹簧的弹性是指弹簧的长度随外力变化的比例关系；再如运输需求弹性是指运输需求随运价变化而变化的程度，价格增长1%，运输需求随之变化百分之几。弹性只描述系统的这一个变量的变化，不涉及系统的其他结构和功能。柔性所描述的系统变化必须能够影响系统的其他结构和功能，应该是维护系统的其他结构和功能稳定的手段。

生物的柔性最初是怎样产生的呢？任何一种物质在与其他物质发生相互作用时，都会发生一定的变化。例如，小球与其他物体碰撞会改变运动速度，氢气与氧气反应会生成水，水遇热会变成水蒸气等。所有这些在与其他物质发生相互作用时系统的变化都叫刺激－反应。

定义：刺激－反应是物体在与其他物体发生相互作用时的变化。

物质系统刺激－反应的基本模式对任何物质系统都适用，包括氢气这样的最简单的物质系统。这种刺激－反应模式就是控制论中所讲的输入输出模式。我们用一个方框代表某一个物质系统，这个方框可能是个黑箱，也可能是个白箱。当它得到一个输入时，会产生一个输出，人们平时所说的输出有时包括系统自身的变化，有时不包括系统自身的变化。例如，我们如果把氢气当作被研究的系统，对这个系统输入氧气和热量，这个系统会输出水和更多

的热量。

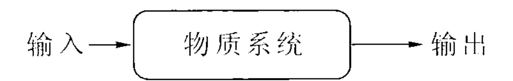


图10.1 物质系统的刺激-反应模式

大分子物质与其他物质发生相互作用时，会产生更加奇特多样的刺激-反应，例如吸热、放热、吸水、改变渗透压、变色、产生电流等。

生物体内的大分子物质所产生的这些刺激-反应最初大多与生物自身的生存没有关系，只有少数有关系。有关系的这些刺激-反应中大部分对生物自身的生存有害，只有少数有益。这些有益的刺激-反应使这些生物具有竞争优势，于是这些生物大量繁殖，成为主导物种，其他生物被淘汰，我们所看到的生物的柔性就是这样产生的。

任何一个系统在产生输出时，系统自身都会发生变化，甚至消失。例如，氢气作为被研究的系统，在与氧气反应输出水的同时，系统自身就消失了。但也有很多系统产生输出以后，系统自身的很多属性能保持稳定。生物就是这样的系统，当然生物的这种稳定往往是一系列变化的结果。例如，细菌侵入人体，白细胞大量牺牲以后，身体可以合成一些新的白细胞，于是白细胞的数量保持不变。这种改变不是使生物的复杂结构变成简单结构、生物功能消失，而是一些能维持生存的变化，生物的生存就是生物系统的稳定状态。如果生物系统的稳定状态发生了很大的变化，生物的复杂结构变成了简单结构、生物的主要功能消失，这就意味着生物死亡。

定义：生物的柔性是指生物在不同的环境条件下使自身某些结构和功能产生一些可恢复性变化，以维持生存的功能。

在生物发生柔性变化时，它的输出一定会发生变化。有些输

出只改变自身，不改变环境；有些输出既改变自身，又改变环境，对环境的改变有些与生物的生存无关。如果输出不改变环境或对环境的改变与生物的生存无关，那么这种柔性变化的作用是生物被动地适应环境。例如，冬眠这种功能的出现是生物增加柔性的表现，这种柔性对生物的生存有利。冬眠时生物不排泄，这种输出的变化会改变生物对环境的影响，但与生物自身的生存没有多少关系。有些改变环境的输出与生物的生存有关。这些输出有些对自身有害，有些对自身有利。所谓改变环境的输出对系统有利是指这些输出可以改变系统的输入，新的输入对系统有利。例如生物捕猎的动作是一种输出，这种动作可以带来食物的输入。

定义：如果生物的输出不改变环境或对环境的改变与生物的生存无关，那么这种输出就是生物被动地适应环境；如果生物改变环境的输出对生物自身有利，这种输出就是生物改造世界。

改造世界的方式多种多样，人类的劳动是改造世界，植物的光合作用也是改造世界。生物的趋利避害行为当中有些是适应世界，有些是改造世界。但所有的趋利避害行为都是生物柔性的体现。

10.1.2 感觉器官

在第3章3.1.2混沌与反馈中曾经提到，如果一个系统的输出只能成为其他系统的输入就不能构成反馈。这里所说的系统可以指一个生物或一个非生物，也可以指一类生物或一类非生物，还可以指所有生物或非生物。例如，动物的粪便会成为植物的养料，这在生态系统中构成一种反馈关系，但对于动物自身而言不能构成反馈。

系统的反馈功能和系统的柔性是相互独立的。具有反馈功能的系统不一定有柔性，具有柔性的系统不一定有反馈功能。感觉器官产生之前生物也有负反馈功能，但生物负反馈的主要方式还是感觉器官出现之后的事。神经系统的产生和进化是感觉器官发

挥反馈作用的主要条件，感觉器官和神经系统的产生和进化使运动从盲目的运动变成看似有目的的运动。

前面说过，任何物质与其他物质发生相互作用时都会发生一些变化，生物的任何一个组成部分也是一样。过去认为感觉器官是感受客观事物刺激的器官，其实生物的任何一个器官都可以感受客观事物的刺激。当空气震动时，我们身体的每一个部分都会发生一些变化，但这些变化基本上都不会影响身体的输出。最初感觉器官只是生物身体的一个普通的组成部分，后来这一部分在与环境或身体其他部分发生相互作用时产生的变化对生物的输出产生了影响，这样就变成感觉器官。感觉器官与环境或身体其他部分发生的相互作用是多种多样的。

定义：与其他物质发生碰撞、挤压和摩擦等受力作用以及温度变化时，生物体当中能发生某种变化并影响生物输出的部分是触觉器官；不同的光线刺激时，生物体当中能发生不同变化并影响生物输出的部分是视觉器官；空气震动状态变化时，生物体当中能发生不同变化并影响生物输出的部分是听觉器官；空气中的成分变化时，生物体当中能发生不同变化并影响生物输出的部分是嗅觉器官；食物中的成分变化时，生物体当中能发生不同变化并影响生物输出的部分是味觉器官。

最初感觉器官对输出的影响当中大部分与生物的生存能力无关，与生存能力有关的影响当中，大部分是有害的影响，只有少数是有益的。当有益的影响产生时，这种生物就具有了竞争优势。自然选择使这种有益的影响逐渐增强，于是生物身体当中这一个普通的部分就变成功能强大的感觉器官。

一个生物就是一个系统，这个系统得到输入时会产生输出，不同的输入会使生物产生不同的输出。生物在产生输出之前，输入首先会使生物内部发生某种变化，是这种变化决定了输出的内容。人的意识的变化就是人体内的变化，感觉器官的输入会引起意识

的变化，包括产生感觉、经验、观念和情绪等。感觉器官的输入必然影响人的行为，但感觉器官的输入与人的行为之间一般是通过意识相联系的，我们可以把这个关系分成两部分——从感觉器官的输入到意识，从意识到人的行为。在很多情况下，我们只关注前面这一部分，另外一些情况下，我们只关注后面这一部分。

意识包括经验、观念和决策等内容，所以人的输入与输出之间的联系又可以划分为输入、经验、观念、决策和行为等阶段，没有意识的动物也可以有决策功能。输入与输出的联系可以划分为两个阶段：刺激—决策和决策—行为。

感觉器官就是传感器，人类创造的各种传感器的作用与人自身的感觉器官都是为人的生存服务的，传感器一定影响人的行为。但很多时候我们只关心传感器对意识的影响，不关心对行为的影响，所以我们平常说的"传感器的输出"并不是指人的行为。人的感觉器官受到刺激时，会使神经细胞产生某种电脉冲，"传感器的输出"就相当于这种电脉冲。如果把人的整体作为一个系统，"传感器的输出"实际是一种输入。

10.2 神经系统的柔性和智能

10.2.1 条件反射

最初神经系统只有传递信号的作用，后来神经系统的柔性变成了生物增加柔性的主要手段。在神经系统产生之前，生物的柔性都是神经系统之外的其他部分的功能。虽然神经系统之外的这些部分的柔性种类很多，功能强大，让人感到神秘莫测，但它们的功能毕竟是有限的，适应环境的能力也是有限的。而神经系统的功能可以使生物的柔性得到极大的甚至是无限的提高，因为神经系统与生物的所有其他器官相比都更容易在各种刺激下产生丰富的后天变异，神经系统结构的可塑性使学习、教育和自主创新成为可能。

人和比较高级的动物有决策的能力，低级动物没有决策的能力，只能依靠简单的条件反射功能来采取行为。更低级的动物连

条件反射的功能都没有，只有非条件反射功能。再低等的动物和大部分植物连非条件反射的功能也没有，它们的运动也不能称为行为，只能说它们具有什么功能或特性，非生物也是一样。这些特性就是物理学和化学研究的那些特性。非条件反射和条件反射功能的产生是生物结构逐渐复杂的结果。神经系统产生以后，出现了非条件反射功能并逐渐增强。神经系统能自发变异之后，产生了条件反射功能，而条件反射功能继续发展，也就是神经系统继续复杂和有序才产生了认识、学习、决策和自主创新的能力。

定义：智能是中枢神经系统的功能。

神经系统的功能来自于神经系统的特定结构，神经系统的结构变化可以与环境相对应。这种对应是一种最简单的关系，也属于刺激—反应。例如，白天我在绳子上系一个扣，晚上系两个扣；再如白天神经系统产生一个电脉冲，晚上产生两个电脉冲，这些都是对应。这些对应引起的生物其他器官的输出就是非条件反射或条件反射。神经系统的变化与环境之间可以有多种多样的对应，多数对应的出现都与主体的生存无关，但任何一种新对应的出现都是神经系统的复杂化，都是神经系统的进化。在多种多样的对应中，如果中枢神经系统与环境的某一种对应有利于生物的生存，那么这种对应就保留下来。在漫长的进化过程中，这种对应缓慢地积累，最终产生了高级生物和人类的高级的智能。

生物神经系统的结构变化有两个动力，一个是基因的决定作用，另一个来自于神经系统自身的变异，与基因无关。基因对神经系统结构的决定作用又有两种方式：先天的和后天的。所谓先天是指基因决定了生物出生前的神经系统结构，后天是指生物出生后基因仍然可以改变神经系统的结构。有17种基因称作CREB基因，它们的实时表达使人脑发生变化。这些基因必须开启或关闭以改变大脑中神经细胞的连接，从而贮存长期记忆。这些基因受我们的行为支配，而不仅支配我们的行为（杨汝生等，2006）。

人的行为使这些基因开启或关闭，基因的开启和关闭改变神经细胞的连接，这就是基因对神经系统结构的后天决定作用。无论是先天的还是后天的基因作用都与人类智能关系比较小，人类智能主要来自于神经系统自身的变异，与基因无关。这些变异中有些是盲目的，有些是自觉的。

食物的刺激可以让狗分泌唾液，这是非条件反射，训练之后铃声也可以让狗分泌唾液，这需要后天联想，是条件反射。非条件反射也需要神经联系，这种神经联系也可以称为联想，但这种联想是动物和人生下来就有的通过遗传获得的先天性反射，大脑皮层以外的神经系统即可完成。例如，哺乳动物和人吃到东西时分泌大量的唾液；刚生下来的哺乳动物或婴儿就会吮奶；受到强光刺激时闭眼；婴儿生病打针时会哭叫等。为了区分，可以把这种联想叫做先天联想。我们平常说的联想一般指后天联想，大脑皮层在条件反射活动中起重要作用。

定义：先天联想是通过遗传获得的神经联系；后天联想是不依赖遗传所建立的神经联系。

定义：非条件反射是包含先天联想的刺激反应；条件反射是包含后天联想的刺激反应。

10.2.2 知识的起源

神经元之间的联系可以随环境的改变而变化，新的神经联系的建立可能使神经系统的柔性增强。用铃声训练狗的时候，铃声与食物同时出现是一种新环境，这种新环境使狗建立一种新的神经联系，这种新的神经联系使狗产生条件反射，人类所有的高级智能都是条件反射，这些条件反射产生的过程与狗的条件反射产生的过程没有任何本质的差别。

神经系统的创新是一些新的联想，这些联想把一些新的刺激（包括一些形象和词语）与人的行为决策联系起来，就像狗把铃声、食物与分泌唾液联系起来一样。古人第一次把龙和下雨、求雨

联系起来也是创新。科学技术来自于神经系统的创新，就像把除草和丰收联系起来，这样的联想就是科学技术。

复杂的决策、判断、理论推导和社会实践似乎与条件反射没有相似之处，其实，所有这些都只不过是复杂的条件反射。

条件反射的基本原理是这样的：如果某个生物观察到自身利益的变化与某个现象a同时出现，那么在这个生物的神经系统中，a会与这个生物的自身利益的变化建立对应关系，即当这个生物观察到a时会联想到这个利益的变化。如果现象a与生物的利益变化多次同时出现，那么生物神经系统中a与生物的利益变化的联系就会加强，这就是最早的归纳；如果a与生物的这种利益变化有时同时出现，有时不同时出现，那么生物神经系统中的这种联系就会减弱。例如，食物的出现是生物利益的增大，天敌的出现是生物负利益的绝对值增大。如果铃声与食物多次同时出现，那么生物神经系统中铃声与食物的联系就会加强；如果铃声与食物有时同时出现，有时不同时出现，那么生物神经系统中的这种联系就会减弱。

比较低级的生物只能建立简单的条件反射，比较高级的生物能建立复杂的条件反射，即多个现象与利益变化的联系。如果生物观察到自身利益的变化与现象a+b同时出现，而不是与a同时出现，那么在这个生物的神经系统中，a+b就会与这个生物的自身利益的变化建立联系，a与这个生物的自身利益变化的联系就会减弱。这就是最早的分析。例如，a是铃声，b是饲养员，只有当铃声和饲养员同时出现时才有食物；如果只有铃声，没有饲养员（铃声可能来自游客），就没有食物，那么在这个生物的神经系统中，a+b就会与食物建立联系。

如果生物继续观察到自身利益的变化不是总与a+b同时出现，而是总与现象a+b+c同时出现，那么在这个生物的神经系统中，a+b+c就会与这个生物的自身利益的变化建立联系。这就

叫进一步的分析。归纳和分析的这些过程不断复杂化，就形成了人类的全部知识。

最早的归纳的内容是现象与利益之间的关系，后来归纳的内容扩展到现象与现象、现象与各种意识之间的关系。最早的分析的内容也是现象与利益之间的关系，后来分析的内容也扩展到现象与现象、现象与各种意识之间的关系。而且分析中除了逻辑与之外，还逐渐出现了逻辑非、逻辑或等其他逻辑关系。

10.2.3 决策的本质

高级生物的刺激反应可以分为两个阶段：刺激—决策和决策—行为，决策（或称为选择）是一种神经系统的变化。

定义：广义决策就是能够直接影响行为的神经系统变化；狭义决策是能够直接影响行为的意识变化。

生物最早的选择（例如在三岔路口）是随机的，生物的神经系统产生联想的功能之后，选择与对利益的经验有可能建立联系，例如，左边食物多，于是向左转。这里向左转是选择，食物多是与利益有关的经验。食物多的经验与左边建立的联系是一种后天联想，食物多与肢体运动决策之间的联系是先天联想，这些联想引发向左转的决策。食物多与左边的联想与以前的经验有可能相同，也有可能不同，明明是右转食物多，却有可能记成了左转食物多，这就是联想与以前的经验不同。如果联想与以前的经验相同，生物就可能获得竞争优势，于是自然选择使生物逐渐在选择与利益之间建立正确的条件反射。

简单的选择是条件反射，复杂的选择也是条件反射，任何决策的本质都是条件反射。高级动物神经系统的智能主要作用就是决策，决策使生物产生动作的输出，这些输出的作用是改变外界对主体的输入和改变主体自身的结构，使系统得以生存和进化。

要想使决策正确，必须在经验与利益之间建立正确的联想，人类研究探索世界的认识活动的目的就是在经验与利益之间建立正

确的联想。

定理:认识活动的目的是在经验与利益之间建立正确的联想,以便根据已有的经验和假设作出预测和决策。

人的决策过程包括提出方案、评价方案和选择方案三个步骤。评价方案就是确定方案与主体利益的关系,当方案与主体利益的关系确定以后,选择方案就很容易了,所以决策过程主要是提出方案和评价方案的过程。其实提出方案往往也是评价方案面对一个问题可以有很多行为,事物的种类很多,行为的种类也很多,事物与行为之间可以有很多种组合,可以建立很多对应关系。但有些行为与事物的对应一看就不可取,提出方案的过程往往就是否定那些显然不可取的方案。提出来的方案都是看来可行的、需要考虑的方案。所提的方案有些是现成的,例如,有客户报价时,接受还是拒绝就是两个现成的方案。有些方案需要创新,例如,建立新的制度或营销策略。

第三篇

广义进化

第11章　广义进化的意义

11.1　广义进化是更全面、更科学的历史观

现在对演化-进化现象的研究，已不只是在天体、地质、生物、社会和思维等各个具体领域内分门别类地进行，人们已开始寻找各种演化-进化现象共同的条件、机制和规律。进化包括狭义进化和广义进化。狭义进化仅限于研究生物进化过程，广义进化理论研究宇宙进化、物质进化、生命进化、文化进化和社会进化的全过程。

生物从最简单的生命形式开始逐渐进化，经历了一个从简单到复杂，从低级到高级的进化过程。非生物也有一个进化过程，从宇宙大爆炸开始，先产生了各种基本粒子，然后逐渐形成其他物质，物质的结构也是从简单发展到复杂，而且还伴随着一个从无序到有序的过程。人类的意识从无到有，从简单到复杂，从无序到有序，一直进化到今天的人类智慧。社会组织也是从无到有，从简单到复杂，从无序到有序，达到今天的社会系统。虽然非生物、生物和人类社会的演化方向是具体而复杂的，但我们可以而且需要专门研究演化之中的进化过程和规律。

为了使广义进化研究能够指导实践，必须借鉴狭义进化的规律，建立广义进化的模型，这种模型是具有重要科学意义和社会意义的基础研究。这个领域在国际上有重要影响，国际广义进化研究小组和布达佩斯俱乐部围绕广义进化举办过很多学术活动。

闵家胤在D·洛耶的《进化的挑战：人类动因对进化的冲击》一书的序言中对广义进化的意义作了充分的介绍。进化理论，在18世纪有康德的星云演化学说，在19世纪有达尔文的生物进化

论和马克思的社会发展理论。广义进化研究是目前正在兴起的一个跨学科研究领域，目的是要在20世纪自然科学和系统科学伟大成就的基础上，对宇宙进化、生物进化和社会进化的全过程作出首尾一贯的圆通的科学解释，以指导人类顺利解决“全球问题”，进化到一个更高级的社会形态。

1986年，欧文·拉兹洛成立了广义进化研究小组，1996年又成立了布达佩斯俱乐部。出版学术刊物《未来世界》(World Futures)和一套丛书，以期从进化的整体画卷中发现能指导解决全球问题的某些原理、规律和方法。用索尔克的名言说，就是“从进化意识中产生有意识的进化”。

冯友兰说：“每一个时代思潮都有一个真正的哲学问题成为讨论的中心。”马克思的历史唯物主义被称为是真正科学的历史观，在它产生的那个时代它当之无愧，因为在它以前的理论没有一个能与它相比。甚至在现在，仍然很难说有哪个理论能真正超越马克思的历史唯物主义。不过我们现在需要在更广阔的视野上，寻找更全面、更科学的历史观，这样的历史观就是广义进化理论。只有广义进化理论才能真正科学全面地解释我们的世界、社会和历史，因为广义进化理论要寻找非生物进化、生物进化和人类社会进化的共性，建立大统一的理论。

11.2 广义进化研究的目的

理论研究的目的都是为了指导实践。世界的进化分三个阶段：非生物进化阶段、生物进化阶段、人的意识和社会组织进化阶段，我们不可能改变进化的前两个阶段，所以研究广义进化的目的无非是指导第三个阶段的进化方向和路径，对社会系统进行自觉的控制和改造。

社会是一个复杂巨系统。虽然是人建立的，但主要是自发建立的，自觉建立的部分并不多。人们面对这个系统，经常感到无法理解和把握，模型建不起来，也就无法控制。对比是人的基本思维

方式，除社会之外，只有宇宙和生物是复杂巨系统，所以只有它们可以对比，从前两个阶段获得灵感，寻找规律，可以作为第三阶段模型的借鉴。

理论都是人创造的观念，只要能指导实践能促进人的利益就行，没有先验的对错标准。所以广义进化理论总结前两个阶段的规律，不是什么都要，而是要找出对第三阶段有用的东西。即使似是而非，也没有关系。相反，如果对第三阶段没有用，那么再准确也不是有意义的广义进化理论。但狭义进化与广义进化之间有相似的特征，同时也有本质的区别，遵循的是不同的规律。由第一阶段和第二阶段得到的结论，在应用到第三阶段时，有很多只能是联想和启示，是否真能成为第三阶段的规律，要针对第三阶段的内容进行严格论证。

有用不等于急功近利，理论意义往往不同于实践意义，有理论意义的东西有时需要很长时间才能看出它的实践意义。而且理论研究往往需要有意识地脱离实用的目的，所以暂时只能看出理论意义的东西也是可贵的。

广义进化是一种哲学理论，是其他理论研究的基础，广义进化理论的发展可以促进其他学科的理论发展，更好地指导实践。理论大厦需要一些基础的概念和规律作为地基，如果这些概念和规律是适用于三个阶段的，那么它们就一定比只适用于一个阶段的概念和规律更坚实。这样的归纳是更普遍的归纳，这种普遍性既有理论价值，也有实践价值。

哲学家、古生物学家德日进讲过一段有切身感受的话："进化是理论、体系或假设吗？全都是。它更是基本原则，一切理论，一切假设，一切体系今后都该向它屈服，满足于它然后才是真实而可理解的。进化是一道光，照明一切事实；是一个轨道，一切思想都该依循。这便是进化。"（陶同，2004）

广义进化研究整个宇宙的进化，包括所有的非生物进化、生物

进化、人的意识和社会组织的全部的进化过程,但它还不是本体论的研究。就像物理学一样,物理学也可以应用到所有的非生物、生物和人类社会,但不是本体论。

本体论研究的内容主要是物质与意识的关系问题,虽然很多近现代的哲学理论主张回避甚至否定这种研究。回避的主要原因是因为说不清楚,公说公有理,婆说婆有理。但物质与意识的关系问题渗透在每一个哲学问题之中,既不能回避,也无法否定。物质与意识的关系问题是整个哲学理论大厦的基石,是金字塔的塔尖,是最高统帅。看不清它的地位是错误的,混淆它与其他哲学问题的关系也是错误的。

11.3 理论的创造性

认识从经验开始,但经验是支离破碎的,于是人类就创造了理论。理论是人创造的,所以理论不是客观世界本身的东西,是在主观世界里产生的,"道可道,非常道",所以理论开始都叫假说,都是假的,不是真的。如果这些假的东西对人有益,人们就把它们当成真的。所以真理的真实性不是与客观世界一致,而是对人有益。

经验就像一大堆从地下挖出来的瓷瓶碎片,人们不知道这些瓷瓶原来是什么样,也不知道碎片全不全,哪些碎片属于哪个瓷瓶。人们在把碎片拼起来的时候,根据碎片的形状去设想瓷瓶的形状,根据碎片的花纹去设想瓷瓶的花纹。同一堆碎片既能拼成一个大波浪的图案,也能拼成一个大螺旋的图案,哪一个都不完整,都需要用陶泥等材料填补空当。那么原来的图案到底是大波浪还是大螺旋呢?无法知道,人们只能用复原以后瓷瓶的形状花纹去判断,如果大波浪中间有些碎片的花纹与整个图案不统一,而大螺旋中的碎片都比较统一,或不统一的少,人们就认为大螺旋是原来的形状,即使原来的图案就是在大波浪中带一些不和谐的枝杈,人们也认为大螺旋是原来的形状。

理论是假的、主观的、人为的,笔者将其称为逻辑结构,所有的

模型也都是逻辑结构，所谓主观超越客观就是制造这种人为的东西。逻辑结构是人想象出来的，人如何才能想象出来呢？要复原一个花瓶，人们必须见过很多不同形状和花纹的花瓶，想象都是以经验为依据的，要把见过的完整的花瓶和眼前的碎片联系起来。

逻辑结构这种人为的东西是主观的创造，这种创造很不容易，它无中生有，如果生不出来，理论就不能发展，人类就不能进步，所以想象力很宝贵。

而且这种创造还要与经验实现逻辑统一，不统一就会被人们抛弃。意识的有序化与物质的有序化既有共性，又有差异。它们的有序化都以产生新功能为标志，但意识的新功能是指新的逻辑统一。100个逻辑结构中，99个被抛弃都是常有的事，甚至100个全被抛弃的事也不新鲜，都被抛弃了，理论就只能停滞不前。现在工程技术方面的发明创造的数量飞速增长，哲学和社会学的理论发展则望尘莫及，可见哲学和社会学理论的创新是何等不易。

广义进化理论要寻找非生物进化、生物进化、人的意识和社会组织进化的共性，建立大统一的理论，还要以非生物进化和生物进化的规律为启示，建立社会进化的理论。非生物进化和生物进化的规律就是以前见过的完整的花瓶，现在要把这些规律和社会学的碎片联系起来。广义进化领域研究的重要意义已经得到普遍的认同，但研究成果还不多。

世界进化中的四个最重要的里程碑是：宇宙大爆炸、生命、意识和人工智能。对于宇宙大爆炸和人工智能的研究，笔者都是外行。只是从正反馈的性质推测宇宙大爆炸是正反馈的结果，在人工智能方面只评论它的前景和在广义进化方面的意义。笔者最有把握的内容是对生命起源和本质的研究成果，并以此为依据推导出广义进化的一般性理论。

11.4 广义进化可能是潘多拉的盒子

广义进化的研究其实早已开始，自从达尔文的进化论产生以

来，人们就经常用进化的观点解释人类社会的很多现象。这些解释当中有成功的，也有失败的，甚至有些成为反动势力倒行逆施的理论依据。古尔德写的《自达尔文以来——自然史沉思录》对这样的理论作了很多分析。例如D·G·布林顿（D. G. Brinton）说，黑人是低等的，因为他们保留着幼年的特征。L·博克（L. Bolk）则宣称，黑人是低等的，因为他们的发育超越了白种人保留的幼年特征（斯蒂芬·杰·古尔德，1997）。

如果广义进化真是潘多拉的盒子，我们该不该打开它呢？那些失败的和反动的理论离我们并不遥远，谁能保证这样的事情不会重演呢？科学发展到今天，理性精神真的足够强大了吗？这种担心是有根据的，但还是必须要打开它。如果把悟到的理论隐藏起来，其实是在阻挡历史的发展。达尔文把他的理论隐藏了20年，最终还是发表了。如果他知道社会达尔文主义的罪恶，也许他会隐藏更长的时间，但最终的结果还是一样。

现在面对可能发生的各种问题，我们都不应该隐藏，而应该谨慎地对待。对于广义进化的理论，我们应该提醒世人在做这种推演时一定要慎之又慎。当然慎重并不能解决所有的问题，对于一些别有用心的人来说，为了实现自己的目的，他总可以在科学理论中找到依据，就像D·G·布林顿和L·博克，他们的观点相反，但却得出相同的结论，都认为黑人是低等的。所以我们只有科学的态度还是不够的，科学的进步和社会的发展从来都离不开斗争。

广义进化理论是一种社会理论，社会理论与社会斗争自然会联系起来。有些社会理论本身没有多少科学价值，完全是为政治服务的；有些理论具有独立的科学价值，但被别有用心的人利用，变成政治的工具；还有些被人误解，成为人们心中政治偏见的牺牲品。1975年威尔逊的《社会生物学》引起了一场大争论，他的理论让人联想起20世纪初期“优生学”运动的悲剧和纳粹的罪恶。因此，威尔逊被看作是种族主义者、社会达尔文主义者，一度成为过

街老鼠。但最后他的学说还是被承认了,称为进化心理学。

马克思曾经说:“把动物社会的生活规律直接搬到人类社会来是不行的……来自动物界的范畴完全不中用了。”这句话过于绝对,马克思经常说一些夸张的话,不必认真。马克思是想强调“直接搬到人类社会来是不行的”,理论的借鉴、联想、联系都是理论发展中必不可少的方法,但不能直接照搬。

古尔德在《自达尔文以来》中还详细批评了生物决定论的错误,但是笔者认为不能因此彻底否定生物决定论。任何一个学科的理论当中都有正确的和错误的,这是很正常的事情。生物决定论当中除了古尔德所指出的错误理论之外,还有很多正确的理论。如脑容量大小与智力的关系、直立行走对进化的促进作用等,这些都属于生物学决定论。

所以生物学决定论本身没有错误,错误的是其中的某些理论。早在达尔文之前,就有很多科学家开始在生物与人的比较中理解人,在这个思路指导下已经取得了辉煌的成果,不能因噎废食。

第 12 章　广义进化的定义

定义：

1. 系统的适应性：系统产生的速度与被破坏的速度之差。(12.2)

2. 稳定性：系统抵抗破坏的能力。(12.2)

3. 狭义进化是生物的复杂化，广义进化是所有物质系统的复杂化。(12.5)

12.1　现有的广义进化定义的缺陷

广义进化的研究虽然有重大意义，但目前广义进化的基本理论研究成果并不能令人满意，尤其是一些基本概念还不明确。例如广义进化、广义繁殖、序参量等，这些概念不明确必然制约广义进化理论的发展和应用。广义进化理论和其他很多学科的发展都是以概念的发展为特征的。

国内外学者对于广义进化定义的研究现在还比较少。闵家胤(2004)认为，广义进化研究是在20世纪科学新成就的基础上研究宇宙进化、物质进化、生命进化、文化进化和社会进化的全过程，揭示其中的规律，用以指导人类社会的进化——解决全球问题，避免生态灾难。这可以作为广义进化的一种定义，这个定义是以进化的概念为基础的，但没有把进化的具体含义解释出来。现在对于什么是进化没有统一的理解，现在的狭义进化论把进化解释为"适应的改变和生物群体多样性的变化"，或者"群体中基因频率的变化"(田洺，1996)，这显然不能直接用在广义进化中，这就意味着像上面这样定义广义进化不能统一大家对于广义进化的理解。

欧文·拉兹洛在广义进化方面有很多论述，他说："进化不仅指生物物种的进化，而且指在我们认识到的宇宙范围内出现、存在、变化或消失了的所有事物的进化。"（欧文·拉兹洛，1986）他也没有指出进化的具体含义。

在仅有的一些超出生物范围对进化所下的定义中分歧又很大。列宁指出，有两种基本的发展（进化）观点："认为发展是减少和增加，是重复；以及认为发展是对立面的统一（统一物之分为两个互相排斥的对立面以及它们之间的互相关联）。"（列宁，1972）笔者认为列宁这段话是对进化的哲学含义中的主要内容作的解释，但不能作为进化的定义，因为这段话没有指出进化和退化的区别。退化也是对立面的统一，例如生态灾难就是偶然性和必然性的统一。

英国哲学家斯宾塞（R. Spencer）在1862年的《第一原理》（First Principles）中给进化下了一个定义："进化乃是物质的整合和与之相伴的运动的耗散，其中物质由不定的支离破碎的同质状态转变为确定的、有条理的异质状态。"（万海清，2001）

很多生物学家和其他科学家都接受了这个概念，但笔者认为这个定义有很多问题。

第一，什么叫整合，没有明确的含义。

第二，运动无所谓耗散，斯宾塞可能是指能量的耗散。但是不是所有的进化过程都伴随能量耗散是值得研究的。有很多化学反应是释放能量的，难道这样的反应绝对不能使物质进化吗？

第三，什么叫不定的支离破碎的状态。难道同质状态不能是一种稳定的、确定的状态吗？也许斯宾塞是说只有由不定的支离破碎的同质状态转变为异质状态才是进化，由确定的同质状态转变为异质状态就不是进化，这当然更不对了。

第四，由同质状态转变为异质状态是这个定义的核心，但"质"这个概念在哲学上是存在很大争议的，很多人都有自己的理

解，现在要统一对"质"的理解几乎不可能。所以应该尽可能避免使用这个词。斯宾塞所说的"质"是指属性还是指结构，我们也无从得知。

笔者认为，斯宾塞是想用复杂和有序来定义进化，他准确地指明了进化的关键特征——同质体向异质体的转变，但他没有说清楚有序的特征，更没有指出有序与复杂的关系。

进化认识论的另一个创始人，哲学家和心理学家唐纳德·坎贝尔（Donald T. Campbell）将广义进化表述为盲目的变异与选择的保存原理（The preinciple of blind variation and selection retention）。（王姝彦，2003）许多哲学家（例如K·波普尔）、科学家（如E·O·威尔逊与H·哈肯），特别是系统科学家和系统哲学家都支持这种广义达尔文主义。坎贝尔的进化定义的确说到了进化的关键，但是有三个错误：第一，对于人类产生以前的进化，可以说是盲目的变异，但人类产生以后，就出现了两种进化方式——自发的（盲目的）进化和自觉的（理性的）进化。如果把理性的科学研究也说成是盲目的就不合适了。第二，盲目的变异可能是进化，也可能不是进化，不是进化的变异如果能适应环境，也可能被选择，所以"盲目的变异与选择的保存"应该是演化而不是进化。第三，坎贝尔认为只有被自然选择的变异才是进化，那么灭绝的变异都不是进化吗？是灭绝的恐龙代表进化，还是被自然选择的病毒代表进化呢？

陶同认为："迄今140亿年来，整个宇宙正是一个由平衡向不平衡，由无结构向有结构，由混沌向递序，由低级向高级，由简单向复杂发展的过程，用两个字来概括，那就是进化。"（陶同，2004）这个定义中"低级"、"高级"的含义不明确，而且有些条件是不必要的，有可能互相矛盾，没有说明是否必须满足上述所有的条件才是进化。

其他定义也有类似错误。例如，韩民青认为，"进化"者，"前

进变化"之简谓也（韩民青，1995）；现代汉语词典的解释是："事物由简单到复杂，由低级到高级逐渐变化。"

G. L. Stebbins 认为生物进化是生物与其生存环境间相互作用而导致部分或整个生物种群遗传组成的一系列不可逆转的变化（韩民青，1995）。这个定义除了只适用于生物之外，还有一个重要错误，就是把"不可逆"这个概念用反了。所谓"不可逆"是指熵增或简单化，熵增是自发的，不需要任何条件，而熵减一般以熵增为条件，所以把熵增叫做"不可逆过程"。大部分熵减或复杂化的过程都是可逆的，生物死亡之后都会自发地变成简单物质，生物的进化从来都是和退化相伴的。

胡皓（2002）在这方面的研究是最深入的，他把进化定义为：从无序到有序或从较低级有序到较高级有序这样一类特定方向的不可逆过程。胡皓也把"不可逆"这个概念用反了，而且没有能够正确解释什么是有序和无序，他把自主性作为进化的判据，认为自主性的最终目标是使系统稳定性增强。与前面的几个定义相比，这个定义的含义最明确，但有序与进化还不能划等号。

总之，国内外学者在广义进化定义的研究方面有很大缺陷，需要进行更深入的研究。

12.2　序参量和适应性

广义进化是一个很大的题目，要找到它的准确定义，必须分析清楚四个关系：第一，有序与适应性的关系；第二，进化与复杂化的关系；第三，复杂与有序的关系；第四，复杂与适应性的关系。在分析这四种关系之前，首先要把握两个重要概念——序参量和适应性。

在第 9 章 9.2 中已经给出了"高级"的定义，高级是事物的有序度较大的状态。在本书第 2 章 2.2.2 中已经说明了评价系统有序度的标准是系统功能的总价值。新功能包括两种：改变意识以外的物质系统的结构和功能，以及改变人的意识。

达尔文的自然选择原理可以扩展为一个适用于生物和非生物的共同的自然选择原理：任何一种结构的物质能够在自然界中长期存在的条件都是这种物质产生的速度大于等于其结构被破坏的速度（详见第5章5.3.3），即生存的条件是适应。这个原理也适用于人类的意识和社会组织。

定义：系统的适应性是指系统产生的速度与被破坏的速度之差（生物适应环境的定义见第5章5.3.5）。

这里所说的系统是指自然环境中的系统，人造环境中的系统能否生存取决于人，所以人造环境中的系统的适应性主要指能否满足人的需要。

定义：系统的稳定性是指系统抵抗破坏的能力。

稳定性不涉及系统产生的速度大小。系统能否长期存在取决于它的适应性，而不只取决于它的稳定性。

12.3 有序与适应的关系

适应性差的系统就会灭绝，也就谈不到进化了，在实际的进化过程中适应环境是系统不断复杂化和有序化的前提，因为进化需要时间。那么为什么进化需要时间呢？因为非生物和生物进化的方法主要是盲目变异和自然选择，而盲目变异的出现频率很低，盲目变异的结果当中大部分都会被自然淘汰。

另一方面，有序度增大可以使稳定性增大，从而增大适应性，即自然选择对进化有偏爱。

生物功能的价值取决于生物适应环境的能力，有序度增大所导致的适应环境的新能力可能是潜在的，可能会由于环境的变化等原因而无法表现出来。然而我们必须承认，任何一种能带来新功能的创新都是有序度增大，与适应性大小不完全相关，失败的高级也是高级。所以说有序度增大与适应环境是两回事。

适应环境的生物中大部分是低级生物，高级生物中大部分都灭绝了，例如恐龙。虽然灭绝了，但我们也必须承认它们比两栖

类、鱼类、软体动物等都要高级,它们"虽败犹荣"。在各种可能的环境中可能存在的高级生物都是高级的。

有序度小的生物为什么也能幸存呢?自然选择的标准为什么不是有序度呢?生物提高获取上层资源的能力和躲避敌害的能力可以降低生物的死亡率,提高繁殖的成功率可以增大繁殖的速度,这些都是有序度增大的表现。自然选择的标准是产生的速度大于被破坏的速度,但有些生物在增大产生速度的同时,也增大了被破坏的速度,或者在减小被破坏的速度时,也减小了产生的速度,这些生物适应环境的能力就可能降低。在这种有得有失的演化中,只要有得就是有序度增大,不管有没有失,而自然选择的标准是两者兼顾。所以,有序度大的不一定适应性强,适应性强的系统有序度不一定大。有序度增大就是高级化,所以高级生物不一定适应性强,适应性强的生物不一定高级。

非生物的有序度与适应性也没有必然联系。非生物的有序度增大时,往往既不能增大其产生的速度,也不能减小其被破坏的速度。所以,非生物中往往越复杂有序就越不适应环境,自然界中的非生物主要是沙土、氮气这样简单无序的物质。

12.4 进化与复杂化的关系

生物进化使生物系统具有非生物系统所缺乏的高度复杂的组织结构。非生物也有一个进化过程,从宇宙大爆炸开始,先产生了各种基本粒子,然后逐渐形成其他物质,物质的结构从简单发展到复杂,种类由少到多。

第2章2.2.1提到过,复杂性是被对称性破缺所否定的可能状态数目的对数。越复杂的事物,对称性破缺就越严重。复杂化就是对称性破缺程度增大的过程,复杂化也叫多样化或创新。即从非生物到生物、从简单生物到复杂生物的逐渐复杂的过程,最终导致了人类和人类社会的出现,而人希望生活幸福就必须让这种复杂化的过程不断发展。所以人们希望了解这种复杂化的原因,

以便人为地、自觉地推进这个过程，所以广义进化与复杂化的变化趋势是一致的。

由简单向复杂变化的过程中，种类必然由少到多。方舟子(2005)认为进化不是生物种类由少到多的过程，因为所有生存过的物种中99%以上已经灭绝了。笔者认为进化应该是生物种类由少到多的过程，但生物种类不是指现存的生物种类，而是指生存过的所有物种的种类数。进化是一个生物结构创新的过程，虽然很多物种灭绝了，但创新总是好的，创新是进化的源泉，创新使生物种类的总数不断增加。如果把进化说成是"由简单到复杂、种类由少到多的过程"，语意就重复了。

中性漂变也意味着出现了新功能，所以中性漂变也是进化。如花的颜色变化，多数颜色变化不能使生物提高适应环境的能力，但这种变化是一种新功能，也是有序度的增大。在两个相邻的盒子里有两个小球，如果存在三种状态：左右各一个，都在左边和都在右边，且每种状态的概率都是1/3，则这时配容数为3，系统处于平衡状态。而只存在任何一种都是对称性破缺，这时配容数变为1，因而就是进化。如果已经形成都在左边的状态，再从这种状态变为都在右边的状态，这种变化的复杂程度没有增加，因而是中性漂变。但都在右边这种状态与配容数为3的状态相比还是进化。任何一种颜色的花与不显花植物相比都是进化。所以从这个意义上说，中性漂变也是进化。

12.5 复杂化与有序化的关系

刚才只说广义进化与复杂的变化趋势一致，但是广义进化与复杂化是不是完全等价呢？胡皓认为不是，他认为进化是有序化，而不是复杂化。这两者有什么区别呢？首先要分析复杂的事物是否一定有序，以及有序的事物是否一定复杂，然后再分析如果有序是复杂的真子集，那些无序的复杂事物的产生是不是进化。

可以肯定地说，复杂的事物并不都有序，垃圾很零乱、很复杂，

但很无序。但反过来，有序度大的物质系统一定是更加复杂的。当简单结构已经出现，而这些简单结构已经不可能再使有序度增加时，再增加有序度就必然以复杂结构的出现为前提，即有序事物的集合是复杂事物集合的真子集。需要说明的是，复杂是相对的，包括进化树上每一个分枝的复杂化，不能因为细菌比其他生物简单，就认为细菌的复杂化不是进化。

有些生物由复杂变简单后更能适应环境，那么有序还是复杂的真子集吗？还是，这是因为通过简单实现有序是非常有限的。简单到一定程度后，如果再简单就必然变得无序。说有序是复杂的真子集，是对于所有系统的集合而言的，通过简单化实现有序是对部分系统而言的。

接下来问题的关键就是要看那些无序的复杂事物的产生是不是进化。我们很难把那些垃圾 DNA 与进化联系起来，但是仔细想一下会发现一个问题：到底什么是垃圾？谁能保证今天认定的垃圾，明天不会变成宝贝呢？三十年河东，三十年河西，古代的垃圾现在都是文物，下里巴人也可以引领时尚，歪理邪说也可能被奉为经典。复杂无序的结构与简单有序的结构相比更接近复杂有序的结构。

所以笔者认为，无序的复杂化也叫进化，复杂的无序与复杂的有序之间往往只差毫厘。现在世界各国都认识到保护生物多样性的重要性，虽然很多生物有序度不大，适应性不强，但对这些生物也要保护，因为保护多样性就是保护进化的成果。垃圾 DNA 隐藏在细胞核里，不会被自然选择淘汰，于是它们可以自由地变异，这种变异是物种突变的主要原因。那些有残疵的收藏品之所以可贵，不是因为它们有序，而是因为它们增加了这个世界的复杂多样性，物以稀为贵的观念其实是这样产生的。孩子会搞很多创新，其中大部分都是垃圾，他们总是说些傻话，他们的想象总是很天真、很荒唐。大人们过去只把这些创新当成无稽之谈，一笑置之。但

是后来人们发现孩子的想象经常有很多闪光之处，非常可贵。大人们过于理智或有偏见，所以想不到。所谓过于理智或有偏见都是用有序的替代标准掩盖了有序的根本标准。研究发现年龄越大，创造力越差。现在教育界已经把培养创新型人才确立为教育的主要任务，要实现这个任务就必须摒弃过去的偏见，不管创新的产品中有多少垃圾都要鼓励。

不管是在自然环境中产生的生物还是非生物，多样化的每一步都是大自然的创新，每一步创新都来之不易。所以，进化就是复杂化。

定义：狭义进化是生物的复杂化，广义进化是所有物质系统的复杂化。

平时人们很容易把进化和高级化这两个概念等同起来，因为复杂而无序的结构很容易被破坏。例如，生物死亡时生物的这个系统从有序变为无序，但短时间内生物体还是一个很复杂的系统，这个复杂无序的系统很快就会被环境破坏，分解成简单物质。复杂化的进程要想持续，必须使复杂的结构能够稳定存在，而这必须依靠新的功能，即提高有序度。进化中出现的新功能促进了复杂化的进程，而复杂化又不断为新功能的产生创造条件。需要注意的是，复杂化和有序化不是两个相互独立的过程，复杂化的过程中出现的各种复杂系统里面必然有些是有序的，有序是复杂的真子集。当有序的结构出现时，相应的功能也就自然出现了。

在系统结构不断创新的过程中，只有很小的一部分能产生新的功能，即只有很少的系统能提高有序度，而在这些有序度提高了的系统中，能适应环境的就更少。我们今天能看到的非生物、生物和社会系统都是适应环境的幸存者。我们很容易把进化等同于我们所看到的事实，认为只有有序度提高了的、能够适应环境的系统才是进化的结果。但理论应该超越现实，进化不仅指已经实现的进化，也指可能实现的进化和已经灭绝的进化；高级系统可以指幸

存的有序系统,也可以指不能幸存的有序系统。

总之,进化就是复杂化,说进化是"事物由简单到复杂,由低级到高级的变化"是不对的。

12.6 进化与适应性的关系

在实际的进化过程中适应环境是系统不断复杂化和有序化的前提。那么怎么才能增大系统的适应性呢?有很多事物简单而有效,与蹩脚的设计师的复杂大脑相比,蜜蜂就是简单而有效的。但复杂的大脑毕竟是高级的,虽然在建造蜂巢这件事上落后,但在其他事情上都能遥遥领先。简单有效是针对某一件事而言的,如果针对所有的事情都简单有效,那就是真高级了。因此简单化虽然可以提高适应性,但这种提高是有限的,只有复杂化才能为提高适应性提供无限的可能性。

非生物的结构复杂到一定程度就不能再进一步复杂化了,因为复杂化意味着熵减少,对大多数比较复杂的非生物来说,结构越复杂,这种结构产生的速度越慢,而被破坏的速度越快。非生物复杂度和有序度增大时,其自身适应环境的能力一般不会增大。

但生物则不然,生物的结构明显比非生物复杂得多。比较高级的生物有再生、免疫等维持结构稳定的负反馈功能,这些功能都是进化的结果。所以,生物进化可以使生物的适应能力增强。增强适应性有两种方法:进化和退化。大自然对于这两种方法全都认可,但人类更喜欢通过进化增加适应性的方法。

有很多生物没有再生、免疫等负反馈功能,这些生物依靠大量繁殖使自身的数量呈指数增长(在环境条件允许的情况下)。于是这种结构便很难被全部破坏,自复制功能的产生就意味着生命的产生。前面说过,一旦这种结构能长期、大量、稳定地存在,就可以在这种结构的基础上不断进化。相对简单的物质数量的增多,是复杂物质产生概率提高的原因。自复制可以使相对简单的物质的数量达到天文数字,经过几十亿年的进化之后,就会产生出众多

复杂多样的新结构。这些新结构将使得任何复杂多样的新功能得以产生。因此，自复制功能的产生是复杂和有序化的关键一步，也是使复杂物质系统适应环境的关键一步。

人的意识和人类社会的进化是生物进化的延续，也是复杂化和有序化的过程。虽然人类社会不完全是弱肉强食，在努力推行人道主义，但这可以看作是环境的变化，在这种比较人道的环境中，每一个人和社会组织仍然会因为不适应环境而死亡。人的意识和人类社会的进化则可以提高人的适应性。

12.7 小结

在上面的分析中首先明确两个概念：序参量应该是系统功能的总价值；适应性就是系统产生的速度与被破坏的速度之差。然后分析了四个关系：

第一，有序与适应性的关系，即有序度大的系统不一定适应环境，适应环境的系统不一定有序度大。

第二，进化与复杂化的关系，即进化就是复杂化，复杂化就是对称性破缺程度增大的过程，也叫多样化或创新。

第三，复杂与有序的关系，即复杂的并不都有序，而有序的一定复杂；复杂化是创新，有序化更是创新。复杂化是不断出现新的结构；有序化是不断出现新的结构和功能。但无序的复杂化也是进化，进化中出现的新功能促进了复杂化的进程，而复杂化又不断为新功能的产生创造条件。

第四，进化与适应性的关系，即在实际的进化过程中适应环境是系统不断复杂化和有序化的前提，复杂和有序化可以提高物质系统的适应性，自复制功能的产生是复杂和有序化的关键一步。

第13章　自然选择原理的推广

定义：

1. 利害：自然选择的主体中能导致客体继续生存的成员叫做对客体有利的成员，简称为利或资源；主体中能导致客体被破坏的成员叫做对客体有害的成员，简称为害。(13.2.1)

2. 趋利避害：如果自然选择的客体能够选择主体成员，主动与有利成员相互作用，主动避免与有害成员相互作用，这种客体的行为叫做趋利避害。(13.2.1)

定理：

1. 自然选择原理(13.1)

大前提：任何一种生物能够在自然界中生存的条件都是这种生物繁殖的速度大于等于死亡的速度

小前提：生物后代之间存在可遗传的变异；有些变异使生物繁殖的速度大于其他生物，称为具有较大的繁殖能力；有些变异使生物死亡的速度小于其他生物，称为具有较大的生存能力。具有较大的繁殖能力和较大的生存能力的变异都是优势变异，相反的变异则是劣势变异。

结论：劣势的变异容易被淘汰，优势的变异容易生存并留给后代

2. 生存斗争原理(13.1)

事实一：生存资源是有限的；

事实二：生物繁殖力过剩。

结论：生物后代的绝大部分必然灭亡

3. 生物进化原理(13.1)

定理：

大前提：劣势的变异容易被淘汰，优势的变异容易生存并留给后代；

小前提：生物后代的绝大部分必然灭亡。

结论：劣势的变异必然逐渐被淘汰，优势的变异可获得生存并留给后代。

4. 社会组织的自然选择原理(13.2.1)

大前提：任何一种组织能够生存的条件都是这种组织繁殖的速度大于等于解体的速度；

小前提：组织之间存在可遗传的变异；有些变异使组织繁殖的速度大于其他组织，称为具有较大的繁殖能力；有些变异使组织解体的速度小于其他组织，称为具有较大的生存能力。具有较大的繁殖能力和较大的生存能力的变异都是优势变异，相反的变异则是劣势变异。

结论：社会组织的劣势变异容易被淘汰，社会组织的优势变异容易生存。

5. 社会组织的生存斗争原理(13.2.1)

事实一：组织生存的资源是有限的；

事实二：组织的繁殖力过剩。

结论：绝大部分组织必然解体。

6. 组织进化原理(13.2.1)

大前提：社会组织的劣势变异容易被淘汰，社会组织的优势变异容易生存；

小前提：绝大部分组织必然解体。

结论：社会组织的劣势变异必然逐渐被淘汰，社会组织的优势变异可获得生存。

7. 生物进化和组织进化原理的推论：过度繁殖和生存竞争是生物进化的必要条件，也是社会组织进化的必要条件。(13.2.1)

定理：

8. 形成生存竞争的充分条件有四条：过度繁殖，生存资源有限，每个主体获取资源的多少与它的行为方式有关，竞争主体的行为可以改变 (13.2.1)

9. 人类的自然选择原理(13.2.3)

大前提：任何一个人群能够生存的条件都是这个人群中人的新增速度大于等于消亡的速度；

小前提：各个人群后代之间存在可遗传的变异；有些变异使人群中人的新增速度大于其他人群，称为具有较大的繁殖能力；有些变异使人群中人的消亡速度小于其他人群，称为具有较大的生存能力。具有较大的繁殖能力和较大的生存能力的变异都是优势变异，相反的变异则是劣势变异。

结论：人群的劣势变异容易被淘汰，人群的优势变异容易生存并留给后代

10. 人类的生存斗争原理(13.2.3)

事实一：生存资源是有限的；

事实二：人群繁殖力过剩

结论：人群后代的绝大部分必然消亡。

11. 人类进化原理(13.2.3)

大前提：人群的劣势变异容易被淘汰，人群的优势变异容易生存并留下后代；

小前提：人群后代的绝大部分必然消亡

结论：人群的劣势变异必然逐渐被淘汰，人群的优势变异可获得生存。

13.1 生物的自然选择、生存斗争和进化原理

自然选择有两种：有人参与的和没人参与的。没人参与的自然选择包括环境对生物的自然选择和环境对非生物的自然选择，有人参与的自然选择又称为社会选择。

方舟子(2005)把达尔文的自然选择原理整理为以下四个事实和两个推论。

事实一:生活资源是有限的;

事实二:生物繁殖力过剩;

推论一:生物后代的绝大部分必须灭亡(生存斗争);

事实三:生物后代之间存在可遗传的变异;

事实四:不同的变异可以有不同的生存能力和繁殖能力;

推论二:劣势的变异将逐渐被淘汰,优势的变异获得生存并留下后代(自然选择)。

但对自然选择的这种理解有三个问题:

第一,什么叫优势、什么叫劣势需要有严格的定义。

第二,在推论二的推导过程中隐含着一个大前提,即任何一种生物能够在自然界中生存的条件都是这种生物繁殖的速度大于等于死亡的速度。这是第5章第一个定理的推论。

第三,自然选择和生存斗争是相互独立的两个事实,生存斗争不是自然选择的前提条件。在历史上的某些时段,资源相对宽裕时,不存在生物后代的绝大部分必须灭亡的情况,自然环境仍然会对生物进行选择。只不过这时自然选择作用的结果可能不是使生物进化,劣势的生物也能生存。

所以生物的自然选择原理应作如下修改。

大前提:任何一种生物能够在自然界中生存的条件都是这种生物繁殖的速度大于等于死亡的速度;

小前提:生物后代之间存在可遗传的变异;有些变异使生物繁殖的速度大于其他生物,称为具有较大的繁殖能力;有些变异使生物死亡的速度小于其他生物,称为具有较大的生存能力。具有较大的繁殖能力和较大的生存能力的变异都是优势变异,相反的变异则是劣势变异。

结论:劣势的变异容易被淘汰,优势的变异容易生存并留给后

代。

自然选择原理经常被表述为适者生存，那么什么是适者呢？有人说适者就是能适应环境的生物，那什么叫适应环境呢，就是能生存的。这样说就成了同义反复。适者生存的真正含义是只有繁殖速度大于等于死亡速度时，这种生物才能够在自然界中生存。

过度繁殖使生物的生存竞争十分激烈，死亡速度非常高，因此，只有少数优势突出的生物可以生存。

生存斗争原理如下。

事实一：生存资源是有限的；

事实二：生物繁殖力过剩。

结论：生物后代的绝大部分必然灭亡。

生存斗争与自然选择相结合的结果是生物进化，即以自然选择原理的结论为大前提，与生存斗争原理相结合，推出以下生物进化原理。

大前提：劣势的变异容易被淘汰，优势的变异容易生存并留给后代；

小前提：生物后代的绝大部分必然灭亡。

结论：劣势的变异必然逐渐被淘汰，优势的变异可获得生存并留给后代。

所谓生物被淘汰是指某种结构的生物完全灭绝，生存和淘汰都直接与生物的数量相关，不直接与繁殖和死亡速度相关。当繁殖速度小于死亡速度时，生物还可能生存很长时间，但这种速度差维持下去生物必然灭绝。繁殖速度大于死亡速度的现象也不可能长期维持，任何生物的数量都必然受到环境限制，当时间足够长时，生物繁殖的平均速度必然等于死亡速度。

由此可见，生物是持续生存还是灭绝与繁殖和死亡的速度不直接相关，但当生物出现变异时，直接影响的是繁殖或死亡的速度，而不是生物的数量，所以必须把生物的自然选择与繁殖和死亡

的速度联系起来。

13.2 自然选择、生存斗争和生物进化原理的推广

不是所有存在的事物都是合理的，例如环境污染就是不合理的。但所有存在的事物都是变异和自然选择的结果。或者说凡是存在的事物都符合实证的理论，但不一定符合规范的理论。如果客观存在的事物与实证理论不符，只能是实证理论错了，客观存在的事物不可能错。

人类和人类社会的进化可以从两个角度来理解。第一种角度是系统的进化，人是一种系统，社会组织也是系统。人类产生以后，人类的进化就基本停止了，代之以组织的进化。第二种角度是人的进化，即认为人类的进化一直没有停止，组织是人的工具，组织进化使人的行为能力增强，是人类进化的具体方式。

广义繁殖是文化基因的复制（对文化基因的介绍见第15章15.1.1），广义的生长发育是社会组织的形成和发展壮大。高级生物的繁殖不仅指基因的复制，还包括一部分生长发育，到新的生物个体出生为止。广义繁殖也可以包括一部分生长发育，到新的组织形成为止。例如，企业的繁殖就是指从企业组织理论的传播到新企业出现的过程，企业的死亡就是企业破产。从第一个角度来看，自然选择原理、生存斗争原理和生物进化原理可作如下推广。

13.2.1 社会组织的自然选择、生存斗争和广义进化原理

生物的自然选择是自然环境对生物的选择，自然环境是主体，生物是被选择的客体。自然选择的主体当中包括客体以外的其他生物和非生物。对于社会系统的自然选择当中，选择的主体包括人民群众、社会组织以及各种生物和非生物，起主要作用的是人民群众和社会组织，所以可称为人民选择或社会选择。

自然选择的过程是主体与客体相互作用的过程，相互作用的结果有两种：客体继续生存和客体被破坏，不再生存。

定义：自然选择的主体中能导致客体继续生存的成员叫做对客体有利的成员，简称为利或资源；主体中能导致客体被破坏的成员叫做对客体有害的成员，简称为害。

并不是客体中的所有成员都能与主体发生相互作用。

定义：如果主体能够选择客体成员，主动与有利成员相互作用，主动避免与有害成员相互作用，这种主体的行为称为趋利避害。

与有利的成员相互作用的过程就是对资源的利用过程。自然选择是相互的，环境在选择生物（包括人类），生物也在选择环境。狭义自然选择的方法是杀戮，让病弱者死亡，人类选择的方法主要也是杀戮，没有杀戮就没有和谐。你说我不吃肉，只吃素，难道植物不是生命吗？一味仁慈的结果一定是老鼠满地、蝗虫满天。现在世界上没有几个国家废除死刑，你不杀他，他就杀你。

广义自然选择中也需要淘汰，但这时淘汰的含义扩展了，不只是杀戮，还包括对理论和艺术作品的淘汰、对企业和各种组织的淘汰、体育竞赛中的淘汰等。

（1）社会组织的自然选择原理

大前提：任何一种组织能够生存的条件都是这种组织繁殖的速度大于等于解体的速度；

小前提：组织之间存在可遗传的变异；有些变异使组织繁殖的速度大于其他组织，称为具有较大的繁殖能力；有些变异使组织解体的速度小于其他组织，称为具有较大的生存能力。具有较大的繁殖能力和较大的生存能力的变异都是优势变异，相反的变异则是劣势变异。

结论：社会组织的劣势变异容易被淘汰，社会组织的优势变异容易生存。

如果大企业破产的速度大于新生的速度，一段时间以后社会上就没有大企业了；如果小企业破产的速度大于新生的速度，一段时间以后社会上就没有小企业了，会变成纯粹的垄断经济；其他组织也有繁殖和死亡，包括文艺、科技团体、工会、慈善机构、医院、学校等。每一种组织又可以分成很多种，例如，学校有大学、中学、小学，还有公立、私立之分，以及各种新型教育机构。每一种组织能够生存的条件都是组织繁殖的速度大于等于死亡的速度。

政府的繁殖就是从政治思想传播到新政权出现的过程，天下大乱的时候会出现很多新政权。政权也会死亡，如果政权死亡的速度大于新生的速度，一段时间以后社会上就没有政权了，权力真空的现象在历史上是经常出现的。权力真空出现时，新政权出现的速度就会加快，所以权力不可能长期真空。政治史主要就是政权不断出现和死亡的历史，现在世界上有200多个政权，它们都是幸存者，是政权的出现和死亡在一定阶段速度相等保持稳定的状态。选举过程中会出现很多小党，经过一段时间的发展，这些小党逐渐合并、解散，消亡的速度大于新产生的速度，变成几个大党轮流执政的局面。幸存的组织都具有很多优势的变异，包括先进的管理方式、发展战略、组织文化等。

组织的变异主要指组织的管理理论、经营思想等方面的变异。例如，学校出现新的教育理论、新的培养方向，文艺团体出现新的艺术形式、新的传播途径、新的集资手段，统治者提出或接受新的统治思想等。很多有理想和抱负的人都想自己创业，建立自己的企业或其他组织，甚至建立政权，所以新组织的繁殖能力永远是过剩的。一些新的管理理论和经营思想出现时，经常会带动一大批新组织如雨后春笋般出现，这就是繁殖优势的体现。同时很多新的管理理论和经营思想也可以使组织完善自我、抵御风险的能力增强，具有生存优势。

（2）社会组织的生存斗争原理

事实一:组织生存的资源是有限的;

事实二:组织的繁殖力过剩。

结论:绝大部分组织必然解体。

(3)组织进化原理

大前提:社会组织的劣势变异容易被淘汰,社会组织的优势变异容易生存;

小前提:绝大部分组织必然解体。

结论:社会组织的劣势变异必然逐渐被淘汰,社会组织的优势变异可获得生存。

非生物的变异只影响一个个体,生物的变异影响一批个体,所以生物的进化速度远远高于非生物,这种提高的根本原因是生物的繁殖。意识和社会组织的进化与生物进化的共性多,与非生物进化的共性少。所以组织生存斗争和进化的主要原因与生物一样都是繁殖力过剩造成的。

生物进化和组织进化原理的推论:过度繁殖和生存竞争是生物进化的必要条件,也是人、文化基因和社会组织进化的必要条件。

过度繁殖和生存竞争的作用有很多表现,举例如下:

第一,企业的数量如果很少,自然没有危机感,甚至可以实现垄断。只有企业的数量很多,尤其是新企业大量涌现的时候,形成买方市场,产生激烈的竞争,企业才有自我完善的动力。

第二,科技传播是广义繁殖,大范围传播是过度繁殖。过度繁殖使不同的理论能在广大的范围内竞争,好的理论受到追捧,差的理论遭到冷落,才会促进科技进步。

第三,只有一个政党,就会独裁。多个政党激烈竞争,才会有动力自我完善。

第四,乱世豪杰并起,竞争激烈,于是英雄辈出。和平时期论资排辈,没有竞争的权利,所以埋没人才。

过度繁殖是形成生存竞争的必要条件，但不是充分条件。例如，在计划经济时代，企业很多，但不需要为生存竞争。

定理：形成生存竞争的充分条件有四条：过度繁殖，生存资源有限，每个竞争主体获取资源的多少与它的行为方式有关，竞争主体的行为可以改变。

13.2.2 人类的适者生存

生物进化到一定阶段产生了神经系统，这以后神经系统的进化就逐渐成为生物进化的主要内容。智能是中枢神经系统的功能，由于智能的进化是生物进化的一部分，所以生物进化的普遍规律同样适用于智能进化。我们生活的这个世界里，很多人已经能非常安逸地生活了，发达地区人们有高工资，能度假。但不要以为这是世界的全部，与这些现象相伴的还有无尽的痛苦，有众多受苦的、疲于奔命的、苦苦挣扎的人。这个世界每时每刻都在选择，适应社会的人生存、幸福，不适应的被淘汰。

前面说过，人类和人类社会的进化可以从两个角度来理解。第一种角度是系统的进化，人类产生以后，人类的进化就基本停止了，代之以组织的进化。第二种角度是人的进化，组织进化是人类进化的具体方式。

从第一种角度来说，当人类实现平等以后，弱肉强食的自然选择规律在人类当中的作用受到限制，但这个规律仍然完全适用于组织的进化或者说限制很少。因此，自然选择对进化的偏爱仍然是进化的动力。

从第二种角度来说，当人类实现平等以后，弱肉强食的自然选择规律在人类当中的作用受到限制，但这种限制只能保证人获取少量资源，在人们利用组织的问题上很少限制。也就是说，如果你是一个下层阶级，那么平等的原则可以保证你的地位不太低，但不能保证你和别人一样高。即使是这样一种平等的原则，直到20世纪的前半期仍然无法保证，人类得到这个原则的代价是几千万人

的生命。

受到限制的弱肉强食被称为公平竞争,这种竞争虽然也很残酷,但不能完全用平等的原则取代,如果取代了,人类的进化就停止了。所以现代社会的原则是效率优先,兼顾公平。在生物世界里,能够从父母之外的个体那里得到保护是很少见的。人类社会似乎与生物世界完全不同,有法院、政府、社会组织、慈善机构,于是大家都希望能从他人和社会那里得到公正,得到幸福。但是我们必须知道,这些社会组织首先是为了满足社会利益而存在的,是社会发展的工具。社会利益和个人利益经常是不同的,所以过多地依靠他人和社会获得幸福生活的愿望是不明智的,很多情况下无法实现,共产主义还没有到来。很多人都在抱怨人生中的不公平,怨恨他人的不公平,这种怨恨可以理解,但毫无作用,只能使自己忧郁、痛苦,然后因痛苦而生病,最后被淘汰。只有正视现实、接受现实,用理智、智慧、毅力去开拓道路的人才会成为适者。

自然选择对生物进化有偏爱,同样,自然选择对人类进化也有偏爱。人类社会也是一个弱肉强食的世界,所以自然选择原理、生存斗争原理和生物进化原理可以扩展到人类社会的进化。

13.2.3 人类的自然选择、生存斗争和广义进化原理

从人和人类社会进化的第二个角度来看,自然选择原理、生存斗争原理和生物进化原理可作如下推广。

(1)人类的自然选择原理

大前提:任何一个人群能够生存的条件都是这个人群中人的新增速度大于等于消亡的速度;

小前提:各个人群后代之间存在可遗传的变异;有些变异使人群中人的新增速度大于其他人群,称为具有较大的繁殖能力;有些变异使人群中人的消亡速度小于其他人群,称为具有较大的生存能力。具有较大的繁殖能力和较大的生存能力的变异都是优势变异,相反的变异则是劣势变异。

结论:人群的劣势变异容易被淘汰,人群的优势变异容易生存并留给后代。

人群中人的新增和消亡包括人群中人的个体的出生和死亡以及人的身份改变。人群后代之间的遗传包括狭义遗传和广义遗传,广义遗传即文化基因的遗传。人群包括民族、阶级、阶层和组织等,还包括以其他各种人的特征来分类形成的人群,例如,高个子人群,大胖子人群,有某些特殊技能的人群,善良者人群,有爱心、讲诚信者人群等。

历史上有很多民族、阶级、阶层和组织被淘汰,例如世袭贵族、奴隶主阶级,匈奴、鲜卑等民族等,这些人群不具有繁殖优势和生存优势;相反,汉族、知识分子阶层、艺人等人群具有繁殖优势和生存优势。他们的变异主要是文化基因的变异,文化基因的遗传主要通过后天的学习实现。需要注意的是文化基因的遗传往往可以超越人群,被所有的人群共享。但很多文化基因在人群内部更容易遗传,尤其是在古代很难共享,文化基因的共享是社会进化的结果和标志。除民族、贵族、种姓等以外,人的身份大多不能在出生时确定,需要在广义繁殖之后确定。

人类开始使用火以后,越来越多、越来越复杂的工具被发明出来,工具不仅包括自然工具,也包括社会工具,工具可以看作是人的效应器官的延伸。但不是所有的人都能使用所有的工具,有的人群只能使用一部分工具,不能使用其他工具,原因有的是智力因素,例如,没有知识、没有能力则办不到;有的是物质条件因素,例如,没有能源、没有资金则办不到;有的是社会因素,例如,被统治阶级由于失去很多权力也有可能办不到。

能够使用更多的工具,就能占有更多的资源。例如,知识分子能得到更好的职位,统治阶级能占有他人的劳动,强国可以欺凌弱国。占有的资源少意味着生活质量差,甚至无法生存或无力养育

后代，这些人就可能被淘汰。同样，弱小的民族和国家会被淘汰，弱小的企业和组织也会被淘汰。社会组织的淘汰意味着某些人使用工具的权力被取缔。例如，对于君主、官吏和贵族来说，国家是他们的工具，当国家灭亡时，他们使用工具的权力被取缔了。对于企业的老板和职工来说，虽然权力不同，但企业是他们所有人的工具，当企业破产时，他们使用工具的权力就被取缔了。

（2）人类的生存斗争原理

事实一：生存资源是有限的；

事实二：人群繁殖力过剩；

结论：人群后代的绝大部分必然消亡。

每一个人群都需要很多相同的和不同的生存资源，例如，艺人需要观众，资产阶级需要资金，官僚阶层需要职务和晋升的机会等，这些资源都是有限的。每个人群的繁殖力都是过剩的，包括每个人群直接生育的后代过剩和希望进入这个人群的人数过剩。结果是大部分希望进入的人进不来，并且本人群的很多后代转入其他人群或死亡。进入上层人群不容易，例如，进入艺人、资产阶级和官僚阶层等不容易，进入下层人群也不容易，例如，要当农民的话，得到一块土地不容易，要当乞丐想乞讨到吃的东西也不容易。

古代人口的死亡率很高，除正常死亡之外，还有战争、瘟疫和自然灾害。现代社会获取资源的能力增强了，这是繁殖优势和生存优势，导致人口出生率增长死亡率急剧下降，世界人口急剧增长，这种状况不可能长期持续。最终有可能出现两种结果，一种是生活资源枯竭、环境恶化，死亡率重新提高。人口爆炸的警钟早已敲响，但一直没有看到明显改善的迹象，长此下去，我们的人道主义将难以为继。第二种是人类主动限制人口出生率。当人类的繁殖力不再过剩的时候，人类的生存斗争原理就可以改写了。但这种改写应该不是针对所有的人群，大部分人群的后代仍然会遵守原来的生存斗争原理，例如政府雇员、社会名人、艺术家、教室、企

业家、农场主等。有些人群可以不受资源限制，例如家庭主妇和享受最低生活保障的人。有些人群会扩展到全人类，例如大学生、球迷、业余棋手、业余艺术家、善良者人群、有家心、讲诚信者人群等。

(3)人类进化原理

大前提：人群的劣势变异容易被淘汰，人群的优势变异容易生存并留下后代；

小前提：人群后代的绝大部分必然消亡。

结论：人群的劣势变异必然逐渐被淘汰，人群的优势变异可获得生存。

这个原理主宰人类过去的全部历史，但现在每一个善良的人都不希望看到人类为了进步付出太残酷的代价。进步与人道主义是一对很难平衡的矛盾。如果将来有些人群不再有生存斗争，那么这些人群也就很难进化了，好在其他有生存斗争的人群还会继续进化。

在生物当中，高级生物一般拥有强大的效应器官，因而居于食物链的上层，低级生物一般效应器官功能较差，就居于食物链的下层。人类也是一样，掌握工具多的人可以处于上层阶级，掌握工具少的人处于下层阶级。在人类的竞争中，上层阶级具有优势，即掌握先进组织的阶级具有优势，可以占有上层资源。所以，在人类和社会组织的进化中，自然选择对进化也是有偏爱的。

在古代普遍实行世袭的等级制，使上层阶级的后代也居于上层。但是人类与动植物有一个显著的区别，动植物子代的遗传物质与亲代完全相同，而人类的遗传具有不完整性，动植物的遗传在后代出生前一次性完成，人类的遗传过程可以一直延续到后代的死亡，因此遗传是否完整与后代的生命活动有关，也就是说，好学可以掌握更多的知识并增长能力。而且人类后代获得遗传物质也不只限于父母，这样一来下层阶级的后代可以变为上层阶级，等级的世袭不断受到挑战。下层平民也敢说："帝王将相宁有种乎"，

天赋人权的观念可以得到多数人的拥护。

13.3 自然选择原理的其他表述

自然选择可以简单地表述为波普尔的试错公式或坎贝尔的盲目的变异和选择的保存原理。但这两种表述都有缺陷。

卡尔·波普尔被称为当代进化认识论的创始人之一。他指出，对环境的适应性有三个层次：基因的适应性、适应性行为的学习、科学的发现。并将他的“问题P1—尝试的多样性和变异TT—排错、淘汰或选择EE—问题P2”公式作广义解释，看作广义进化论的基本公式，既是知识进化的公式，也是生物进化的公式。用波普尔的话说：“爱因斯坦和阿米巴都遵循同样的图式活动。”

但波普尔的公式有一定的局限性，表现为下面几点：

第一，世界的进化包括三个阶段：非生物进化、生物进化、人的意识和社会组织进化。波普尔只提到后两个阶段，其实第一个阶段的进化也遵循波普尔公式。

第二，波普尔公式没有提出进化的充分条件。对于非生物进化来说，波普尔公式中的试探和证伪（即新的复杂结构的出现和对复杂结构的破坏）是进化的充分条件。但对于生物进化和人类社会的进化来说，这就不是充分条件了。如果非生物的复杂物质系统不能产生自复制的功能，那么非生物进化到一定阶段后所有的试探都必然会被证伪，再也不会有进化的可能了。

第三，波普尔的公式以问题开始，以新问题结尾。对于非生物和生物来说，问题是环境破坏或自身缺陷有可能造成非生物系统解体和生物死亡。这些都是客观存在的问题，生物或非生物自己并不会意识到这些问题，它们进化出新的结构和功能也不是有意识地解决这些问题。某一种新结构和新功能的出现完全是偶然的，但物质的运动是必然的，运动的结果导致新结构和新功能出现也是必然的。

第四，对于人以外的生物和非生物来说，证伪或选择的主体都

不是它们自己，而是环境。证伪就是在自然选择中被淘汰，而所谓被淘汰的意思就是复杂系统被破坏，变成简单系统。只有人可以自主选择，但人在自主选择的同时，也必须接受环境的选择。

第五，自然对生物和非生物的选择结果，并不是只保留一种，经常是多种系统都可以适应同一种环境，于是生物和非生物的种类越来越多样化。任何一种系统的适应能力都是有限的，同时对于同一种系统，不同的环境会作出不同的选择。人类的意识和社会的进化也是一样，不同的理论可以解决同一个问题，例如中医和西医运用不同的思路和药物可以治疗同一种病，同时中西医又各有利弊，需要互相补充。

第六，同一种环境对于同一种系统的选择也不是完全选择或完全否定，一般都是一部分幸存，另一部分被破坏。

唐纳德·坎贝尔（Donald T. Campbell）在波普尔观点的基础上，将普遍进化论原理表述为盲目的变异与选择的保存原理。他认为，盲目的变异与选择的保存对于所有的归纳成就，对于所有的真正的知识增长以及对于所有的系统对环境的适应都是基本的。但是坎贝尔与波普尔相反，走向了另一个极端，波普尔把一切选择都说成自觉的选择，坎贝尔则把一切选择包括理性的科学研究都说成盲目的，这两种说法都不合适。而且坎贝尔也没有说自然对生物的选择与社会对知识的选择有什么区别。对坎贝尔这句话的分析详见第12章12.1。

不过，坎贝尔的这句名言稍微改动一下还是可以作为演化和进化的简单描述：演化的动力是盲目和自觉的变异加选择的保存；进化的动力是变异产生的复杂系统被选择和保存。

13.4 伟大的反抗精神

反抗精神是很多文学作品的主题，例如《红楼梦》描绘了贾宝玉的反抗精神。那么我们为什么赞扬对正统思想的反抗精神呢？

我们知道，没有自然选择就不会有生物进化，那么社会思想和

社会组织由谁来选择呢？一般的社会思想和社会组织都要接受政府的选择，政府不喜欢的一般都会被淘汰。那么谁来选择政府呢？要靠人民群众。人民群众对政府的选择主要有两种方式——民主选举和武力反抗，在封建专制的社会里则只有武力反抗一种方式。所以反抗精神非常重要，没有反抗精神就没有社会进步，从这个意义上说是人民群众创造历史。孔子最大的局限性就在于他没有看到社会革命的必要性。他只知道游说，当政者不听怎么办？孔子说："不可则止"。他没有想到用强迫的办法让统治者接受，或者推翻现政权，建立新政权，谁接受我的主张我就支持谁。孔子更没有看到人民群众在社会大变革中的历史作用。墨家、道家等学派也有同样的局限性。但武力反抗成本太高，老百姓不到万不得已，一般不会铤而走险。有人说，中国的老百姓忍耐力特别强，其实每个国家的人都一样。他们只是看到欧美在现代民主制度下老百姓动辄上街的情景，没有看到在古代封建统治下的逆来顺受。这样看起来反抗精神就显得更加可贵了。

对生物的自然选择就是一种破坏，把不适应环境的生物淘汰掉，自然选择本身没有直接的建设作用。反抗精神本身也没有建设作用，但它仍然伟大。在生物进化中，只有自然选择还不行，还必须有生物的繁殖和变异，它们具有建设性的作用。在社会发展中，起建设作用的主要是帝王将相，从这个意义上说是帝王将相创造了历史，或者说是英雄创造历史。

13.5　雨果·德·加里斯的基因算法

基因算法（genetic algorithm）是人为地模拟自然选择过程的计算方法或工程方法，可以达到参数或系统优化的目的。自然选择可以同时构造一个负反馈和一个正反馈，负反馈使复杂度保持稳定，不发生大的倒退，正反馈则使进化不断加速（详见第4章4.6）。基因算法模拟自然选择也可以达到同样的效果。

下面是雨果·德·加里斯（2007）应用基因算法来制造人工

大脑的方法：

令一个神经网络的每一个连接拥有一个权值，每一个权值用8个比特的二进制小数表示，16个神经元用2048个比特的串来表示。如果知道了所有的权值，并且知道输入信号的初始值，就可以知道每一个神经元发射的信号强度和整个神经网络是怎样运转的。我们可以提取某神经元的信号当作控制信号。然后随机产生100个比特串，每个比特串长2048比特，用每一个比特串可以构造一个相应的神经网络。用同样的初始信号来让网络的信号传输启动，提取其中的某些输出信号并且使用它们，比如，通过控制构成棍型腿的4个线条的角度来让机器人行走，测出一定时间内腿行走的距离。那些走较长距离的神经网络的比特串可以存活到下一代并复制和变异，距离短的死亡。

在这个基因算法中，吸引子是机器人腿行走的距离。用人工选择代替自然选择，用人工变异代替自然变异。变异和选择的速度都比在自然界里快得多，所以，进化的速度也快得多。加里斯从1992年开始制造人工大脑，到2000年开始制造像小猫一样的机器人。他1999年制造的CBM（胞腔自动机－大脑机器）可以在几秒内进化成一个神经网络，也就是说，它可以在此时间内进行一次遗传算法的完整运算，即完成几万个神经电路模块的生成和适应性的计算。它可以以每秒1300亿次的速度改变胞腔自动机细胞的颜色；可以处理将近1亿个人工神经元；它的计算能力相当于10000台个人电脑（雨果·德·加里斯，2007）。

遗传算法的应用有三个重要意义：

第一，它说明人类不仅找到了自然选择和进化的方法，而且找到了加快自然选择和进化的方法。

第二，电路系统与神经系统的主要功能相同，复杂的电路系统与复杂的神经系统的主要功能也相同，复杂的电路系统也具有智能。过去的人类进化主要都是神经系统自发进化的结果、电路

系统不能自发进化。遗传算法让电路系统也可以自发进化了，于是智能的进化主体由一个变成了两个。

第三，由于人工智能成为人以外的进化主体，所以人的这种创造对人来说可能是一种异化。社会组织产生以后，由于社会组织的功能可以远远超出人的功能，于是进化的主体由人变成了社会组织，这种转变带来了严重的异化。但社会组织不能自发地进化，社会组织的任何变异都来自人的意识。而人工智能可以自发变异和自主地选择，所以人工智能带来的变异将更加严重，甚至可能导致人类的毁灭。

第14章　广义进化的必然性

定义：

垃圾：人和生物制造的但不能被人和生物利用的物质。(14.4.4)

定理：

1. 人本主义定理：人的利益是正义的标准，当人与人之间发生矛盾时，多数人的利益代表正义。(14.1.4)

2. 进化主义定理：进化是正义的标准。(14.1.4)

3. 社会组织的进化是人类社会进化的主要形式。(14.2.1)

4. 高级系统在增加新功能的同时必然丧失一些原有的功能。(14.4.1)

推论1：社会上层人物有自己的弱势，下层人物有自己的优势。

推论2：大型社会组织有自己的弱势，小型社会组织有自己的优势。

5. 每一种复杂系统的存在都以其他很多种系统的存在为条件。(14.4.2)

14.1　广义进化的必然性

14.1.1　广义进化的必然性

广义进化的必然性可以从事实和理论两个方面得到证明。首先，广义进化是有目共睹的事实。大爆炸之后的宇宙中只有某些最基本的物质，现在的宇宙中不仅有各种天体、星系和种类繁多的无机物，而且有生物和人类社会。广义进化的过程可以分为三个阶段：非生物进化阶段、生物进化阶段、人类意识和社会组织进化阶段。每两个阶段之间的跃进都是历史性的飞跃，每一个阶段内

也有翻天覆地的变化。

从理论上说，非生物进化和生物进化的必然性包括三个判断：

第一，无机物中是否一定会不断产生更复杂的物质，并且复杂物质能够稳定存在。

第二，生物是否一定会产生。

第三，生物中是否一定会不断产生更复杂的物种并稳定存在。

由第2章2.3.3波耳兹曼原理的推论1可知，无论是生物还是非生物，复杂结构出现的概率永远大于零，但这不能保证复杂结构能稳定存在和不断进化。生物能够优胜劣汰，因此生物进化有必然性，非生物没有优胜劣汰，那么非生物为什么能进化呢？

生物不断出现的复杂结构中虽然有些是累赘，但很多是具有新的功能的，因此生物的很多复杂结构具有生存优势或繁殖优势，提高生物有序度一般都可以提高生物的适应性。但是非生物的复杂结构不管有序还是无序，都没有繁殖优势，也很少有生存优势，非生物的复杂结构普遍比简单结构难以产生，容易被破坏，提高有序度一般都不能提高非生物的适应性。所以非生物的复杂结构要想存在，只有一条途径：就是寄希望于环境。如果环境条件能使复杂结构的产生速度增加，被破坏的速度减小，这时非生物的复杂结构就容易存在。

宇宙在漫长的进化过程中，进化出了各种小分子物质，这些物质的分布非常广，但宇宙中适合大分子物质存在的环境极少，所以大分子物质的分布和数量都很少。好在还有适合大分子物质存在的环境，所以非生物才得以进化到大分子阶段。从这个意义上说，非生物进化是偶然的。但当这种环境条件具备时，非生物进化的动力大量存在，非生物之间、非生物与环境之间一定会发生各种相互作用，而且这些相互作用是长期的，是以亿年为时间单位的，所以复杂非生物的产生又是必然的。

另外，生物生存斗争的本质是生物过度繁殖使环境条件恶化，使得生物被破坏的速度增加。非生物没有过度繁殖的问题，不会因此使环境恶化，所以从这一点说，非生物的生存环境比生物好。

由于生物起源的充分必要条件是出现比较稳定的能自复制的大分子物质，非生物复杂到一定程度必然会产生这样的物质，因此上面的第二个问题的答案也是肯定的。第9章的论述已经说明第三个判断也是肯定的，这样就可以得到结论：非生物进化和生物进化都具有必然性，不需要任何条件。

人类社会的进化也同样具有必然性。如果人具有复杂有序的意识，社会组织具有复杂有序的组织结构，就可以占有社会的上层资源，包括政治、经济、军事等各种资源。复杂的意识、行为和社会组织能产生更丰富的变异。人类的进化包括意识的进化、行为的进化、文化基因的进化和社会组织的进化。其中，意识的进化是原因，行为、文化基因和社会组织的进化是表现，社会组织进化是社会文明进化的主要形式。

14.1.2　世界进化中的四个里程碑和四次飞跃

世界不仅在不断进化，而且世界的进化还在不断加速。生物出现之前的历史有100多亿年，生物的历史只有38亿年。生物进化的前30多亿年中进化速度很慢，大部分进化成果都出自寒武纪以后的5亿多年中。这种加速的程度已经让人叹为观止了，而人类进化的不断加速更不可同日而语。人类的进化不仅没有花费1亿年的时间，而且连1千万年都没用就统治了整个地球。而人类进化的成果又主要出现在近两千年中，工业革命后100多年的成果超过过去全部成果的总和，“二战”之后发达国家的发展又迅速从“第二次浪潮”进入“第三次浪潮”，从工业社会走进信息社会，带来了知识“爆炸”、信息“爆炸”和文化“爆炸”。所以世界进化的不断加速也是无可争辩的事实。

现在人们总是大谈知识“爆炸”和信息“爆炸”，其实与此同时

还有文化“爆炸”，这里所说的文化主要指精神文明。过去电影很少，一个电影演十几年，现在电影、电视剧令人目不暇接。过去只有逢年过节才有比较好的文艺演出，现在文艺演出、文艺节目数不胜数，水平也水涨船高。其他如小说、戏曲、诗歌、舞蹈、绘画，还有收藏、建筑、体育、饮食、旅游等文化项目都异常丰富，文化艺术的门类也在不断增多。各地的民间艺术也花样翻新，如剪纸、斗鸡、斗羊、民族服装、老年秧歌队、体育啦啦队、社区文化等。网络文化更是大“爆炸”，吉尼斯世界纪录不仅水平越来越高，种类也不断增多。过去很多民间文化失传，让大家叹息不止，但在叹息的同时，我们更要看到，新的文化正在以爆炸的速度增长。与传统文化相比，新文化对世界的意义应该更大些。

那么进化为什么会加速呢？世界进化不断加速的轨迹近似于一条指数曲线，指数增长的原因是正反馈。正反馈是某些系统的特有功能，产生正反馈这种功能需要很多条件，这些条件一般很难具备。相比之下，简单系统难以产生正反馈，复杂系统具有更丰富的功能，因而容易产生正反馈。所以世界进化的过程中，物质系统越来越复杂，正反馈系统越来越多，进化的速度就越来越快了。

不同的正反馈导致的指数增长的幅度相差悬殊，世界进化的过程中有几次大的飞跃就是那些增长幅度大的正反馈造成的指数增长。

世界进化的过程中至少有四次进化速度的飞跃。进化速度的第一次飞跃是生命的产生，在非生物基础上产生了自复制功能。非生物的复杂化不能累积，复杂物质很难产生，很容易被破坏，复杂化的成果经常灭绝，使复杂化的速度极其缓慢。自复制的功能产生以后，复杂化的成果虽然还是很难产生，但不容易被破坏，这使复杂化的过程可以累积，这种累积可以造就新的正反馈，进化的速度就出现了飞跃。

第二次飞跃是出现神经系统的变异，神经系统变异速度远远

大于基因变异，这种变异还属于狭义进化。神经系统的变异有两种，一种是基因决定的变异，可称为神经系统的先天变异，另一种不是基因决定的变异，可称为神经系统的后天变异。先天变异还属于基因变异的范畴，第二次飞跃是指神经系统的后天变异，包括非条件反射和条件反射的建立以及人类的思维。

第三次飞跃是语言文字的产生，这使神经系统的变异能够遗传，狭义进化发展为广义进化。狭义遗传导致了进化速度的飞跃，广义遗传也能导致进化速度的飞跃，导致飞跃的原因完全相同。神经系统后天变异会产生复杂有序的结构，例如，科学家和艺术家的头脑就是神经系统后天变异产生的复杂有序的结构。语言文字产生之前，这种结构不仅很难产生，而且复杂有序结构的载体——具有复杂有序的神经系统的生物或人死亡之后，这种结构就被破坏了，这样复杂化和有序化的成果经常灭绝，使复杂化和有序化的速度极其缓慢。语言文字产生以后，复杂化和有序化的成果虽然还是很难产生，但不容易被完全破坏，只要副本数量众多，就总会有一些保留下来，这就使复杂化和有序化的过程可以累积，于是进化的速度就出现飞跃。另外，DNA 向 RNA 的转录不能逆转，这是生物的中心法则，但文化基因不能自发变异，文化基因的变异依靠意识的逆转录，相当于获得性性状的遗传。神经系统变异的速度远远大于基因变异的速度，这使文化基因的变异速度远远大于生物基因的变异速度。

第四次飞跃是逻辑的产生和运用，这使文化的变异从自发的变成自觉的。所谓自觉就是指逻辑思维或叫理性思维。感性思维是神经系统自发的变异，这种变异的速度虽然比基因变异快，但仍然是有限的。逻辑思维是固定模式的重复，按照固定模式运动本身不是创新，这种运动的速度比创新快得多，但逻辑这种固定模式可以带来创新。基因的变异和感性思维都是随机的创新，逻辑产生以后，创新就有可能摆脱随机方式的限制，使创新成功率大大提

高。所以逻辑思维为文化进化的速度带来了无限提高的可能。不过需要说明的是，现在的感性思维已经不同于最早的感性思维，感性思维已经与理性思维密切结合起来，很难区分了。

14.1.3　进化是一种无奈

生物进化的原因是盲目的变异和复杂结构被自然选择，生物变异是随机的，在人类产生之前这种变异是生物主体不能选择的。自然选择对于进化的偏爱也是生物主体不能选择的，因此可以说进化是环境强加给生命的礼物。生物在进化的同时必然失去很多功能，因此可以说进化是一种无奈。如果说进化的目的是生存，那么生存的目的却不是进化，生存的目的就是生存。

有人开玩笑说："人的生活还不如猪好，人每天要辛辛苦苦地忙碌，猪躺在猪圈里，有人给送水、送饭。猪最后一刀就了结了，人死前还要受很多罪。"虽然你可能不同意这些话，但是人类进步带来的环境污染、生态破坏和各种城市病你肯定不会否认。追求进步是人的一种信念，可是进化给我们带来利益真的多于危害吗？有多少人在追求进步之前全面地作过这种分析比较呢？即使有人作过比较，这些比较真的可信吗？在多数情况下，人类追求进步时只关注进步带来的利益，很少关注危害，而所追求的利益又大多是短期的利益。所以生物的进化和人类追求进步的努力基本上都是自发的，当这种追求的恶果最终被看到时，人只能无奈地接受。

目的论者把生物进化当作生物主体的目的是不对的。人的预见时间再短，距离再近，也是预见，所以人追求进步的行为还是有目的的，但生物对于变异会带来什么后果完全不能预见。进化的目的不是为了完成上帝的任务，不是为了创造和拯救人类，进化只是一种能被我们看见的存在而已。

14.1.4　进化的意义

虽然世界从产生到现在一直在进化，但是生物不能否定非生物，高级生物不能否定低级生物，人也不能否定动植物。低级生物

的数量和种类远远大于高级生物，进化产生的高级功能没有赋予高级生物垄断性的权利。那么进化有什么意义呢？

进化的意义在于使复杂结构的物质系统能够生存。一般来说，物质系统的结构越复杂就越不稳定，越容易被破坏。复杂系统的结构要想存在，必须依靠新功能。生物的自复制功能使生物这种复杂结构能够大量存在，所以自复制是进化史上的重大事件。生物的其他很多功能也都使生物的繁殖和生存功能增强，强大的繁殖和生存功能使更复杂的生物结构得以生存。复杂化并不意味着系统的规模总在增大，但多数情况下规模增大是必然的结果。神经系统和意识的产生使复杂庞大的社会系统得以生存，意识和组织的进化使社会系统的规模越来越大，达到地球的极限，结构也越来越复杂，达到知识"爆炸"、信息"爆炸"、文化"爆炸"的程度。

进化就是复杂化，复杂的结构能造就新功能，新功能可以维持更复杂的结构，即新功能支持进化。新功能的产生就是有序度增大，因此这种关系又可以说成是有序支持复杂，复杂造就有序，复杂与有序之间形成一种正反馈关系，即进化的结构支持了进化本身，进化的目的就是进化，进化的结果还是进化，这个正反馈使进化的过程得以幸存并不断加速。

进化是一种客观的、不以人的意志为转移的存在。由第2章波耳兹曼原理的推论1和由第2章2.3.4定理可知，复杂结构出现的概率永远大于零；物质的各种属性都可能是世界向复杂的、非平衡方向进化的动力，在它们的作用下，任何结构的复杂物质系统产生的概率都会增大。物质之间相互作用必然产生新的结构，新结构的物质当中必然产生新的功能，所以与熵增一样，熵减也是客观必然的。二者并不矛盾，因为任何物质都具有多种属性，一些属性使世界熵增，另一些属性使世界熵减。那么谁会取得最终的统治地位呢？从现在的结果看，熵减的趋势战胜了熵增的趋势，进化的趋势战胜了退化的趋势，但将来是否一定如此不好说。

进化是客观的，你可以说进化是一种无奈，也可以说进化是一个神圣的事业。

进化主义定理：广义进化是正义的标准。

进化主义也可以表述为"发展是硬道理"。进化就是复杂化，因为人类和人类社会是现在最复杂的系统，所以得到人本主义定理。

人本主义定理：人的利益是正义的标准，当人与人之间发生矛盾时，多数人的利益代表正义。

其实人本主义定理是一个先验的真理，不需要从进化主义定理推出来，从人本主义出发也可以推出进化主义定理。上面的推理只是说明它们之间是统一的。无论过去还是现在，进化主义和人本主义一直是统一的，但将来有可能发生矛盾。如果超级人工智能取代人类成为最复杂的系统，那么按照进化主义定理，超级人工智能的存在和发展将拥有最高的价值，成为正义的最终标准。加里斯有一种感觉：制造超级人工智能就像制造神，他虽然不能从理论上说出进化的意义，但对进化的意义有强烈的感性认识，制造神的感觉就来自于这种感性认识。

14.1.5　何时走出无奈

每个人都希望主宰自己的命运，人类为了这个目的奋斗几千年。似乎我们已经很成功，我们可以战天斗地，可以战胜邪恶、战胜强权、战胜自我。但在无数次成功之后，冷静地再想一想，就会发现现在我们还有很多无奈。

生存和进化都是无奈。<u>首先，我们无法选择生存</u>。中国和其他一些国家能够控制人口了，但还有很多国家不能控制人口，反对堕胎、反对强制性计划生育的力量仍然十分强大。从个人来说，安乐死还不能实施。大家都已经认识到安乐死是一种人道的做法，阻止安乐死的不是人道主义的考虑，而是人类没有能力控制社会这个大系统。人类的这种无能主要表现在两个方面，一方面不能

防止坏人利用安乐死，另一方面是谁也不敢担责任。

其次，我们无法选择进化。自发的进化不仅让人类拥有了航天飞机和基因图谱，还让人拥有了数量庞大的核武器。人类反思的能力也随着技术的进步逐渐增强，从反思自我到反思社会，现在已经有很多人在反思整个人类和人类的进化。20世纪40年代，一些科学家就开始反对核武器，后来科学家们越来越多地提出对技术进步的担心，广义进化理论的出现就是这个运动的结果。这些反思带来了一些积极的成果，如核不扩散条约、对生化武器的禁止等。但失败的例子也很多。奥本海默和其他人建议把核武器研制由国家移交到一个国际机构，这一倡议产生了 Barich 计划，并于1946年提交给联合国，但从来没有被采用。其他一些想通过国际化核武器来防止军备竞赛的努力也四处碰壁。在内有美国政治家与国内人民之间的互不信任，外有来自苏联威胁的情况下，避免军备竞赛的机会很快就一去不复返了。苏联解体以后，保留核武器的理由已经不存在了，但美国人对核武器仍然恋恋不舍。销毁核武器的进程为什么总是充满曲折？因为人类无能，在科学技术突飞猛进、人类理性的进步日新月异的今天，人类还是不能摆脱盲目的必然性。

太阳微系统公司的首席科学家比尔·乔伊等人认为纳米技术、基因工程和人工智能很可能使人类毁灭，唯一的补救办法是停止技术进步。这些呼吁以严肃的反思为基础，但世界进化的车轮隆隆向前，这些呼吁显得那么微弱，无人理睬。大家不理睬这样的呼吁有两种可能，第一种可能是这些呼吁没有道理，第二种可能是这些呼吁有道理，但人类摆脱不了盲目进化的必然性。现在我们不能排除第一种可能性，但同时我们必须承认第二种可能性也同样不能排除。

也许加里斯和比尔·乔伊的担心是正确的，不停止技术进步人类将一步步走向毁灭，但如果你承认人类还摆脱不了盲目的必

然性,那么呼吁下去也只是不识时务,或知其不可而为之。不如暂时顺其自然,后面应该还有机会。孔子说:"不愤不启,不悱不发。"如果灾难真的如约而至,那么事情的发展会让大家清醒起来,就像珍珠港事件让美国人清醒起来一样,让事实来说话吧!但如果事实最终证明技术进步没有让人类走向毁灭,而是让人类的生活更加幸福,那么就说明进化主义是正确的。

14.2 大系统的威力

14.2.1 人类的大系统

进化让人类幸福的主要原因是进化能产生各种日益复杂的大系统。路边的小猫很可爱,也很可怜。如果没人管,它每天都只能睡在路边。身上痒了在地上蹭蹭,生了重病就只能等死。我们如果病了,可以去医院,有了困难可以找有关部门解决。因为我们身边有一个庞大的社会系统,它拥有强大的功能。虽然这个系统有时也会吃人,但我们还是离不开它。为了砸烂和建立社会系统,无数仁人志士抛头颅、洒热血,一代又一代的人们为它欢喜为它愁。

在西方国家中,鲁宾逊至今仍然是青少年心中的偶像,但是鲁宾逊只能代表几百年前的智慧,现代人的偶像应该是超人。如果只把鲁宾逊作为偶像,而不懂得利用现代社会的大系统,只能是一个愚昧落后的人,永远不能成为超人。

鲁宾逊虽然智慧勇敢,但面对野兽,他也会胆战心惊,他没有战胜对方的把握。怎么才能让他胜券在握呢,他需要一些助手,如果他再拥有一支军队那就更好了,枪和军队都可以成为他的工具。鲁宾逊想回到家乡就必须有船和水手,如果他再有一架飞机,就不但能回到家乡,而且能随时回小岛重游故地了。

超人是不存在的,但人完全可以拥有超人的力量。一个人的力量大小主要取决于它的工具的威力大小,人类社会的进化主要体现在人拥有的工具的力量越来越强大。人的工具不仅包括轮船、枪炮、航天飞机等非生物工具,而且包括社会组织,轮船、枪炮、

航天飞机的威力都来自社会组织。所以一个现代人要想让自己拥有超人的力量,最好的办法就是学会利用社会组织。

《三国演义》里的关羽、张飞等英雄人物都是武艺高强,在万马军中取上将首级如探囊取物。但这只能是演义,不是真实的英雄。在真实的战争中,好汉难敌四手,他们武功再高,也起不了多大作用。他们作为英雄,真正的作用是对军队进行组织和指挥,也就是让军队这个系统发挥作用。当系统功能增强时,他们就成为真正的英雄。而对军队进行组织和指挥这项工作不需要武功,所以像诸葛亮这样的儒将可以比关羽、张飞做得更好。

每一个生物体中包含的元素主要都是碳、氢、氧、氮,此外还有少量的其他元素。这些元素可以表现为一堆石头、一滩溶液和一些气体,这样的状态可称为一盘散沙。也可以组成一些蚯蚓、蟒蛇或人,它们与一盘散沙之间只是组成结构和有序度不同而已。如果把今天强大的中国比作一条巨龙,把过去贫弱的中国比作一盘散沙,那么它们之间也只是组成结构和有序度不同而已。一个国家人数再多也可能长期贫弱,国家、社会的发展关键是要建立合理的政治制度、政府机构和各种社会组织。这些结构逐渐从无序变为有序,有序度逐渐提高的过程,就是从一盘散沙变为一条蚯蚓,再变为一条蟒蛇,最后变为巨龙的过程。

定理:社会组织的进化是人类社会进化的主要形式。

宇宙的进化是物质系统结构和功能的进化,从非生物到生物,从动植物到人类,从生物个体到社会组织,系统的结构越来越复杂,功能越来越强大。我们经常感叹生物的神奇,但生物个体的能力是非常有限的,一只织巢鸟盖不起高楼大厦,而人类把系统的功能推向了极致,建立起宇宙历史上无以伦比的大系统,而且这个系统进化的速度越来越快。即使我们了解了这个加速度的大小,也无法预测人类未来的前景。

14.2.2　超人不是梦

人类社会的组织进化已经达到了超人的水平，依靠社会组织，我们可以上天入地，任何一个人都可以成为超人。但是你可能会问，电影里的超人可以随心所欲地运用自己的能力，它的能力属于他自己，而对于我们每一个人来说，社会组织不属于我们所有，我们怎么能成为超人呢？作为一个普通群众，当然不能支配社会组织，但是如果你当上了董事长，你就可以支配一个企业或一个研究机构；当上政府高级官员，你就可以支配一个政府部门，当上国家主席，你就可以支配整个国家机器，这正是那些有志青年的理想。

很多人赞颂小草的精神，这很有道理，社会发展的确需要小草，但社会发展更需要大树。如果条件有限，不能作大树，就应该心甘情愿地作一株小草，这叫本分。但是如果条件允许，而自己胸无大志，不想作大树，就不叫本分，而叫平庸。孔子曰："邦有道，贫且贱焉，耻也。"

其实，我们与超人的最大区别在于，超人的能力是天生的，而我们要想实现这些理想，需要修炼。那么武功秘籍在哪里呢？最好的武功秘籍就是《论语》，以及其他研究个人修养的理论和箴言。

14.2.3　秀才之路

俗话说："秀才见了兵，有理说不清"。兵手中有枪，于是有权力；秀才没有枪，于是连说话的权力都没有了。但是我们不禁要问："知识不是力量吗？为什么知识的力量比不过枪呢？"孔子有那么多知识，但是四处碰壁，理想无法实现，到底是什么原因呢？那些当政者被他说成"斗筲之人"，微不足道，但这些人可以手握大权，这是怎么回事呢？

每一种知识都有力量，但每一种知识的力量大小是不一样的。人类在进化过程中力量能够不断增长，主要原因是人类支配的工具越来越强大了。如果秀才掌握的知识能让他们支配强大的工

具,那么秀才就会力量倍增。枪是工具,计算机是工具,社会组织也是工具,秀才当了官,就不怕兵了。孔子让知识分子读书做官是给天下读书人指出了一条康庄大道,只有这条路才能治国平天下。诸葛亮、王安石、张居正等中国一代代知识分子都是走这条路实现自己理想的。墨子主张行侠仗义、庄子主张归隐山林都切断了知识分子与社会工具的关系,无法治国平天下。

那么,孔子为什么没有实现自己的理想呢?因为社会组织是复杂系统,政权更是复杂的系统,复杂系统有复杂的结构和功能,要想等驾驭社会组织必须了解社会组织的运动规律。孔子不太了解社会组织的运动规律,在这一点上韩非子比孔子高明得多。孔子的理论高度有序,但自然选择的标准是适应性大小,而不是有序度大小。

14.2.4 君子亦党

论语中说:"君子不党",其实这是偏见。君子必须结党,结党未必营私,营私未必小人,小人未必无功。

什么是党?所谓党就是从事政治活动的组织,宗派、帮派都是党。在社会发展中,人们必然会产生很多政治愿望,这些愿望有正义的,有邪恶的。依靠个人力量不能实现这些愿望的时候,就必须依靠组织,所以正义的党和邪恶的党都存在。正义的政治愿望必须依靠组织,所以君子必须结党。反对别人结党的人,自己大多都结党,他不结党,就没有力量反对别人结党。正义的党也有小团体利益,也有个人利益,营私之后可以更好地为公,所以营私未必小人。在生物世界里,大家都为自己,弱肉强食,世界仍然能进化。人类世界里,最初也是人各自私,人各自利,现代社会每个人也有私心,这些私心一直与人类社会的进化相伴,所以小人未必无功。相反,君子未必有功,铲除了私欲的世界未必就是共产主义,每个人都给别人喂饭未必就是天堂。无私与有私之间应该互补,这是促进社会发展的最好方法。

结党与营私是完全不同的两件事，结党未必营私，营私不一定要结党。结党营私这个词使人产生一个错觉，好像结党的目的一定是营私。很多人包括不少历史学家都把党争当成是阻碍社会进步的消极因素而一概否定，这是完全错误的。社会组织的进化是人类社会进化的主要形式，所以如果把结党看作罪恶而一概否定的话，社会就没法进步了。

大家都称赞鲁迅对中国人国民性的批判，但是我想问一句：鲁迅所批判的中国人的这种国民性现在改变了没有？如果说没有改变，我们仍然经常自欺欺人，仍然参与吃人，那么鲁迅的批判有什么意义呢？这种国民性不改变中国不是也能复兴吗？如果说已经改变或大大改善了，那么是怎么改变的呢？是因为鲁迅的呐喊吗？我认为不是，至少鲁迅的呐喊不是主要原因，连鲁迅自己都不知道这种呐喊有多大作用，所以才会彷徨。改变国民性的主要原因是政治革命，因为政治革命不像鲁迅那样孤军奋战，而是由政党把千百万人组织起来，形成合力，只有这个合力才能把铁屋冲破。

“五四”运动以后，陈独秀开始创建共产党，而鲁迅没有跟随陈独秀，他要保持文学的独立，这其实就是“叶公好龙”。鲁迅渴望个性的解放，反抗社会对个人的压制，但他只看到了社会与个人的矛盾，没有看到社会与个人的统一。砸烂整个社会体制能使人性得到解放吗？不能，必须建立一个新的社会体制才行，而在新的体制下，个性必然受到一定的压制。

每当政客们相互攻击、争吵不休甚至拳脚相加的时候，就会有很多人对于政党政治感到厌烦，拒绝投票，希望远离政治。这种情绪可以理解，但我们必须清楚，政党政治是现有的各种制度中最好的，没有人能设想出更好的制度，所有的现代文明几乎都是在政党政治的基础上得到的。

14.3　社会组织的进化是一种异化

对于生物来说，人是最高级的，是系统进化的顶峰。但社会组

织产生以后，社会组织的规模和功能都超过了人的个体。所以社会组织是比生物更高级的系统，是世界进化的最新成果、最高阶段。代表世界未来的是社会组织，而不是人的个体。当组织与人发生矛盾时，组织的利益否定人的利益符合进化的原则，于是组织的进化就变成了异化。

所谓异化就是我们常说的"双刃剑"或"副作用"。马克思研究了劳动的异化，《白蛇传》则体现了宗教的异化。每一个封建王朝都是在人民群众的支持下建立的，但每一个封建王朝都免不了吃人。任何系统不管是政府、企业、宗教团体，还是其他社会组织都会发生异化。组织的发展需要制度和理论，这些制度和理论是维护组织存在和发展的必要条件，在维护组织稳定的负反馈系统中，这些制度和理论是必要的环节，但这些制度和理论有可能违背人的利益。

说人与异化物的斗争是低级系统与高级系统的斗争一定会有人反对，因为社会组织是由人组成的，社会组织的利益实际上是社会组织成员的利益，因此社会组织与人之间的斗争其实是人与人之间斗争的一种形式。但是社会组织的异化是客观的，是不以人的意志为转移的，社会组织中的人必然或多或少地服从这种异化。不过当人认识到这种异化以后，人可以有意识地减少异化的程度。

社会组织本来是人创造的，是人实现自身利益的工具，但组织的异化是人无法完全控制的。那么人应该怎么办？是臣服还是反抗呢？人的任何选择都以自身的利益为原则，在臣服和反抗的选择上同样依据这个原则。面对威胁自己的力量，人的第一反应往往是反抗，但是当反抗无效时，选择臣服才是明智的，也是历史上人们的普遍做法。如果对手是非正义的，这时应该暂时臣服，如果不是非正义的，就应该永久臣服。"宁为玉碎，不为瓦全"的做法只是少数人的选择。

那么什么是正义呢？判断正义与否的标准是多数人的利益，

因此只要组织的发展能够促进多数人的利益,这种发展就是正义的。如果人能控制这种发展当然好,如果人不能控制,就应当臣服。这种臣服的结果是组织与人的共同发展,是双赢。

14.4 退化和共生

14.4.1 进化伴随退化定理

在第9章9.5讲过,复杂生物在占据上层资源的同时往往必须让出很多下层资源,高级生物的功能当中并不能涵盖低级生物的所有功能,所以高级生物并不能取代低级生物的地位。这个命题可以扩展到所有系统。

定理:高级系统在增加新功能的同时必然丧失一些原有的功能。

与我们的祖先类人猿相比,或者与原始部落的人群相比,现代人除了理性思维的能力有了飞速发展之外,其他功能无一不在退化。包括心脏功能、肺活量、消化功能、免疫功能、再生功能、繁殖功能、奔跑、攀援的功能、视力、听力、嗅觉、味觉、触觉等。这些退化是人类智能进化的代价。另一方面,当人的社会地位上升时也要付出代价。

推论1:社会上层人物有自己的弱势,下层人物有自己的优势。

上层人物可以享用上层资源,但他们往往处在众目睽睽之下,很容易被人抓住把柄,并且容易遭人嫉恨。下层人物容易享受平静的生活,所以庄子说:"此木以不才得长生"。伟人站在权力的巅峰,他可以支配一个复杂巨系统,但同时他会发现这个复杂巨系统往往会让他失去亲情、友情和爱情。我们一般人也经常面对选择事业还是选择家庭的困惑。

大型组织与小型组织相比,缺少很多功能。例如,效率降低,缺少人情味;小型企业反应灵活、内部便于协调;社区组织贴近群众,能满足大家的具体需要等。大型组织包括大企业、政府、军队、

全国性的甚至国际性的宗教组织、工会、各种联合会等。

推论2：大型社会组织有自己的弱势，小型社会组织有自己的优势。

另一方面，在进化的历史上，像恐龙那样的生物大规模的毁灭已经发生过多次，所以很多人对于人类社会的大系统忧心忡忡，这种担忧正是研究人类广义进化的主要原因。

系统越大，死穴往往就越多。所以维护或消灭一个大系统时都必须注意这些死穴，改革要找突破口，擒贼要擒王，打蛇要打七寸，解决问题要抓住关键。所谓解决问题，往往是指改变一个大系统的属性，如擒贼、打蛇和改革、自强都是改变大系统的属性。大系统对于这些死穴也有负反馈的防护、适应和再生的功能，但比较弱。

14.4.2 共生和稳定

定理：每一种复杂系统的存在都以其他很多种系统的存在为条件。

共生关系包括三种关系：互不干涉关系、互相帮助关系和寄生关系。食物链的关系也是寄生关系。寄生好像是以消灭对方为目的的，但实际上是共生关系的一种，因为如果把对方全部消灭了，自己也无法生存。

人的生存也要以很多其他系统的存在为条件。人与动植物和其他自然系统之间的关系也是共生关系。这种共生关系也包括三种关系：互不干涉关系、互相帮助关系和寄生关系。例如，树木与人就是互相帮助的关系，也是寄生关系。因为有寄生关系，所以人类可以大量消灭对方。但寄生关系属于共生关系的一种，如果把对方全部消灭了，人类自己也无法生存。

世界的稳定状态有三种：

（1）在进化的早期阶段，自然界中只有低级系统，或者在进化过程中高级系统灭绝，形成一种稳定状态。

(2)高级系统产生后,会与低级系统争夺资源,而且高级系统居于优势地位。如果某些低级系统完全灭绝了,高级系统完全取代了这些低级系统并能稳定生存,就形成第二种稳定状态。

(3)由于高级系统的部分功能的退化,使低级系统也能享有一定资源,形成共生关系,这是第三种稳定状态。

稳定是系统的结构和功能不变或变化很慢的状态。需要注意的是,平衡与稳定是两个不同的概念。平衡是指熵比较大的状态(详见第2章2.3.2),而稳定与熵的大小无关。

高级系统的不断进化使自然界的稳定不断被打破,经过一段时间后才能形成新的稳定。现在我们看到的自然界和人类社会是一种稳定状态,或者是正在打破稳定、恢复稳定的过程。我们看到的自然界和人类社会当中不只有低级系统,也不只有高级系统,而是多种系统共生的状态。

共生状态并不排除某些系统的灭绝,因为高级系统完全取代某些低级系统也是一种可能存在的稳定状态,所以不是每一种系统都有存在的合理性和必然性。把人道主义无限扩大,悲天悯人并不科学。正如孔子所说:"仁而不学,其弊也愚"。绝对的仁爱会走向自己的反面,蚊子、老鼠也值得同情吗?另一方面,低级系统当中虽然有些会灭绝,但不能全部灭绝,高级系统必须要与很多低级系统共生。所以人类盲目自大、沙文主义、放纵掠夺都会使自己受害。

14.4.3　社会组织与人的共生

企业、国家等社会组织是高级系统,它们有自己的遗传物质,有自己的神经中枢和效应器官。这些社会组织与人这种低级系统之间也是共生的关系。社会组织本来是人的工具,但这些工具产生之后就异化了,它们要掠夺人的利益,所以从主体与工具的关系变成共生的关系。

社会组织与人的共生稳定状态也有三种:

(1)在进化的早期阶段,自然界中只有人,或者在进化过程中社会组织崩溃,这样可以形成一种稳定状态。

(2)社会组织产生后,会与个人争夺资源,而且社会组织居于优势地位,所以我们这个社会的财富大部分以各种形式从属于企业和国家,而不属于个人。如果个人失去所有资产,所有资产都由社会组织支配,这也是一种稳定。军事共产主义和绝对的垄断资本主义就接近于这种状态。社会组织对个人的剥夺,既包括对个人生命和财产的剥夺,也包括其他一切权力和利益的剥夺,如政治权力、尊严、话语权和婚姻等。

(3)由于高级系统必然有部分功能退化,于是形成共生关系,这是第三种稳定状态。明智的独裁者会向"民贵君轻"的思想让步,军事共产主义不可能长期实行,国有经济不可能完全取代私有经济,国家必须使个人也能享有一定资源,垄断资本主义也不能排挤所有的中小企业,资本主义国家会打击垄断资本,社会主义会实行部分私有化。共生不等于寄生,大系统依赖小系统,小系统也依赖大系统。就像过去谈论过的,没有大家哪有小家,没有小家哪有国家。

社会组织的不断进化使社会的稳定不断被打破,经过一段时间后才能形成新的稳定。我们看到的自然界和人类社会当中不只有低级系统,也不只有高级系统,而是多种系统共生的状态。这种共生不仅是社会组织与人之间的共生,也是种类、规模和复杂程度不同的各种组织之间的共生。生物多样性是生物进化的条件和结果,社会组织的多样性也是社会进化的条件和结果。另一方面,权贵、名人、能人与普通人之间也有共生关系。不同性格、不同能力的人之间也有共生关系。

但是,共生状态并不排除某些系统的灭绝,当然由于社会组织是由人组成的,所以社会组织不能完全消灭所有人的生命,但国家的确曾吞噬过无数个人的生命,包括古代、近代和现代的国家,而

国家或垄断资本吞噬个人资产就更不奇怪了。这些都是社会进化中必然要经历的过程，是盲目变异和自然选择的过程，不是仁爱能阻止的。绝对的仁爱会走向自己的反面，社会组织是人的工具也是异化物，这个异化物不会完全服从人的意志和利益，他要按照自己的规律运动。人与异化物的斗争既是主体与工具的斗争，也是高级系统与低级系统的斗争。

14.4.4　人与环境的共生

生物的数量可以实现指数增长，人的数量也可以实现指数增长。人和社会组织居于食物链的顶层，他们与下层系统之间是共生的关系，生物系统与非生物系统之间也是共生的关系。生物或人的数量的指数增长会打破这种共生的稳定关系，一种稳定被打破之后会进入另一种稳定。但在进入另一种稳定之前，各种系统都可能要遭受巨大的破坏和毁灭。这种毁灭在生物进化的历史上发生过无数次，包括非生物系统的巨大变化、个别物种的灭绝或者大量物种的灭绝，而物种的恢复需要很长的时间。

人类在几千年之间的进化速度是生物进化历史上的飞跃，近几十年的进化是人类文明进化史上的飞跃。过去进化与毁灭总是交替出现，所以现在人们担心现在的进化会导致新的毁灭是有道理的。

其实，人类的数量早就经历了爆炸性的增长，过去的稳定早已打破，但是人用自己的劳动和智慧建立新的稳定。建立这种稳定的主要方法是种粮食和饲养牲畜，也就是让下层生物的部分物种的数量急剧增长，所以这种稳定是人与少数下层生物之间的共生状态。

但是，共生关系不仅存在于人与下层生物之间，也存在于下层生物与非生物之间以及多种下层生物之间，当少数物种的下层生物的数量急剧增长时，这种共生的稳定状态就会打破。

另一种可能被打破的共生状态是人与非生物系统之间的共生

状态。在工业社会之前，生物和人对于非生物系统的需要都比较少，但是现在人类大量地改造非生物的形态，制造了大量的气体、液体和固体的垃圾，同时引起资源和能源的枯竭。

定义：垃圾就是人和生物制造的但不能被人和生物利用的物质。

在人造垃圾产生之前，自然界也有不能被人和生物利用的物质，例如，岩石很少被生物利用。但地球上除了垃圾之外，还有很多资源，所以产生了生命。而地球上的非生物资源是有限的，人类对非生物资源的大量利用导致非生物资源的枯竭。地球上的非生物资源不仅是人类生存的条件，也是下层生物生存的条件，所以非生物资源的枯竭会导致下层生物的大量死亡甚至灭绝，而下层生物数量和种类的减少又会破坏上下层生物之间的共生状态。

第15章　文化基因、广义繁殖和第三世界

定义：

1. 广义转录：媒体符号表达为意识的过程。(15.1.1)

2. 广义翻译：人在意识支配下的各种行为，主要是建立社会组织改造世界的过程。(15.1.1)

3. 广义逆转录：把意识表达为文字音像等媒体符号的过程。(15.1.1)

4. 广义繁殖的第一个含义是媒体符号的复制；广义繁殖的第二个含义包括媒体符号的复制和广义转录；广义繁殖的第三个含义包括媒体符号的复制、广义转录和一部分广义的生长发育（组织的形成和发展）。(15.1.1)

5. 文化基因就是广义符号系统，包括文字、图纸、模型、音像、程序、磁盘、光盘等。(15.1.1)

6. 文化：文化代表所有的人类创造物。(15.1.1)

7. 文明（广义生命系统或广义表型）：文化基因之外的所有人类创造物，包括物质文明和精神文明。(15.1.1)

8. 信号是能使人产生联想的物质，符号是人造的容易复制的信号(15.1.3)

定理：

1. 检验真理的途径是实践，检验的对象是主体实践前后的经验，检验的标准是主体的利益，检验的价值取向是趋利避害。(15.2.3)

2. 一个民族的文化被同化的进程取决于四个因素的综合作用，这种综合作用可写作公式：

定理：

$$T = wW - aA - bB - cC - \cdots$$

其中，T 代表被同化的百分比，W 代表外部同化力量，A 代表本民族人口，B 代表历史，C 代表文化成就，w、a、b、c 代表权重系数。（15.3.2）

15.1 文化基因说

15.1.1 文化、文明与文化基因的概念

文化一直没有一个统一的定义，每个人说到文化时，都各有所指。可以归纳为三种含义：第一种含义是所有的人类创造物，包括物质文明、精神文明和文字音像制品等；第二种含义是指精神文明，包括科学技术、艺术、体育、道德观念、宗教信仰、风俗习惯等；第三种含义是文字音像制品等符号系统，包括文字、图纸、模型、音像、程序、磁盘、光盘等。

闵家胤（1999）很早就把文化定义为社会的遗传信息，这个认识很重要，任何对文化的进一步研究都应该以这个定义为基础。但我认为为了理清文化与文明的关系，有必要把文化的定义再作出修改，对文化与遗传物质的关系也有必要作进一步阐述。

多数蛋白质和 RNA 都不能自复制，意识和社会文明一般也不能在脱离语言文字等中介的条件下自复制。最早的意识传播是以语言为中介，后来可以以文字、音像等为中介。这个传播过程是先把意识表达为文字音像等媒体，然后去复制相同的媒体，即抄写、印刷、录音、录像、拍照、计算机拷贝等。然后他人阅读、听、看这些媒体，形成相应的意识。

生物的遗传物质要先转录成信使 RNA，再经过翻译表达为蛋白质的结构，蛋白质形成组织、器官和生物体。作为符号的观念和理论也要经过转录表达为人头脑中的意识，再翻译，即在意识支配下建立社会组织，改造世界。把媒体符号表达为意识的过程与把

DNA转录成信使RNA的过程相对应。

定义：广义转录是媒体符号表达为意识的过程。

在意识支配下建立社会组织，改造世界的过程与信使RNA经过翻译表达为蛋白质继而生长发育成生物体的过程对应。

定义：广义翻译是人在意识支配下的各种行为，主要是建立社会组织改造世界的过程。

人的自我改造或修练是在某种思想观念支配下的一种行为，思想观念是广义的信使RNA，行为相当于蛋白质的功能。所以自我修练也属于广义翻译的过程。

对生物遗传物质的翻译过程是在遗传物质指导下合成蛋白质的过程，蛋白质产生以后，会形成各种组织和器官。所以翻译过程和生长发育的过程是同时进行的。

定义：广义逆转录是把意识表达为文字音像等媒体符号的过程。

生物的中心法则不允许逆转录，逆转录是文化繁殖区别于生物繁殖的特殊之处。

生物和人类社会转录、翻译、逆转录的比较见表15.1。

表15.1　生物和人类社会转录、翻译、逆转录的比较

生物	人类社会
DNA复制	文字音像等媒体的复制
狭义转录：DNA转录成信使RNA	广义转录：阅读、听、看媒体形成意识
狭义翻译：信使RNA指导合成蛋白质	广义翻译：在意识支配下建立组织，改造世界
无逆转录	广义逆转录：把意识表达为媒体符号

例如，一只鸽子，虽然它的性状由它的遗传物质决定，但鸽子的身体与鸽子的遗传物质是两种不同的物质。与此相对应，人的思想由人接受的文化基因决定，但文化基因与人的意识是两种不同的物质。文字、音像等广义遗传物质不会随爱因斯坦、莎士比亚一起死亡，鸽子的遗传物质也不会随一只鸽子的死亡而消失。

文化基因虽然不会随人一起死亡，但它们必须转变为人的思想意识，才能活起来；鸽子的遗传物质也必须转变为鸽子的身体才能活起来。其实，说“活起来”并不准确，遗传物质本身就是生命，就是活的。这里所说的“活起来”是指具有遗传物质以外的复杂多样的功能。当然，狭义遗传物质与广义遗传物质还是有些不同，鸽子的遗传物质一般不能脱离鸽子的身体，而文化基因的存在可以不依赖人的身体、大脑和意识。

一些简单生物的繁殖只包括 DNA 复制，复杂生物的繁殖包括 DNA 复制和一部分生长发育过程，直到新的生物个体离开母体。与此类似，广义繁殖（或广义遗传）可以有三种含义。

定义：广义繁殖的第一个含义是媒体符号的复制；广义繁殖的第二个含义包括媒体符号的复制和广义转录；广义繁殖的第三个含义包括媒体符号的复制、广义转录和一部分广义的生长发育（组织的形成和发展）。

繁殖的特点是能产生数量的突变，文化的传播也一样，可以在很短的时间里产生文化基因的大量副本，然后通过转录让无数人获得相同的意识，在这些意识的基础上可以产生更复杂、更有序的文化基因。

报纸、电视等公共媒体的内容都是文化基因，它们的巨大威力我们每天都能感受到，这种威力主要来自于它们巨大的复制能力。古代没有公共媒体，只有书籍的印刷，复制速度比较慢。报纸出现之后，文化基因复制的速度极大地提高了。现在一份报纸可以发行上千万份，而且是在一夜之间完成。广播和电视产生以后，文化

复制的速度再一次产生了飞跃，一个地方发生的事情，马上就能让全世界知道，一个地点的图像马上能变成几百万、几千万个同步放映的图像，这种复制的速度是古代人无法想象的。文化基因复制速度的提高又极大地提高文化变异的速度，所以今天的文化发展速度也是古代人无法想象的。

詹奇提出一个新名词，叫集体脑。其实根本就不存在什么集体脑，只不过是人与人之间的一种合作而已。每一个人的思想创新都是广义变异，思想的交流是广义遗传。过去思想创新的成果不容易交流，现在人们重视交流，尤其是重视创新思想的交流，这种交流促进了进一步的创新，詹奇所说的集体脑其实就是这种广义遗传和广义变异的相互结合、相互促进。

人类的广义遗传最早的信息载体是语言，而很多动物都有语言，那么动物的智能可以遗传吗？恐怕不能简单否定。例如，小狮子要接受母亲的训练，训练是广义遗传，这种广义遗传所传授的捕食技能也是一种智能，但训练可以只用简单的形体语言。动物的语言是很丰富的，那么除了形体语言之外，其他语言就不会用于训练吗？如果用了，就有可能存在观念的广义遗传。

在讨论与文化有关的问题时，广义符号系统与其他文化内容的区分是最重要的。但在文化的三种定义中，有很多人已经接受了前两种定义。所以为了区别起见，笔者主张把符号系统单独称为文化基因，而不再称为文化。精神文明的内容也不使用文化这个词，就称为精神文明。

定义：文化基因就是符号系统，包括文字、图纸、模型、音像、程序、磁盘、光盘等。

文化这个词专门用来代表所有的人类创造物。

定义：文化代表所有的人类创造物。

为了区分文化与文明，笔者主张用文明这个词来表示文化基因之外的所有人类创造物。即文化包括文明和文化基因两部分内

容，文明中包括物质文明和精神文明两部分内容。精神文明当中涉及与文字有关的内容时，只包括有关的意识，而不包括文字符号。

文明与文化基因是两个不同的概念，它们的关系类似于表型与遗传物质的关系。文化基因与生物的遗传物质是对应的，是广义的遗传物质；文明与表型是对应的，可称为广义的生命系统或广义表型。

定义：文明（广义生命系统或广义表型）表示文化基因之外的所有人类创造物，包括物质文明和精神文明。

文化的分类见图 15.1。

文化
- 文明
  - 物质文明
  - 精神文明
- 文化基因

图 15.1　文化的分类

15.1.2　区分文化基因和文明的意义

生物体的寿命都很短，但是生物的遗传物质可以代代相传。人类文明也是会死亡的，几千年风风雨雨，几世几劫，历史上的绝大部分文明成果我们都见不到了，我们只能以古代文化基因为根据去想象古代文明。只有文化基因可以代代相传，不断积累。

为什么文化基因可以代代相传，而文明不能代代相传呢？因为文化基因是容易复制的各种符号，文明大部分都是不容易复制的物质和系统。例如，长城、阿房宫都很难复制，一旦损毁就不复存在了。

书店里的书都是文化基因，到书店买一本《论语》只需要几十块钱。而古墓中出土的文物价值连城，那么文化基因和文物哪种更有价值呢？说文物更有价值并没有错，但我更看重文化基因的价值。我们可以作一个交换，我给你一件珍贵的文物，比如说价值 5000 万以上的瓷器，条件是把你儿子所有的课本交给我，包括现

有的和以后要买的所有课本。也就是说,得到这件文物的代价是让你的儿子变成文盲,你愿意吗?

如果像烧掉圆明园一样毁掉世界上所有的文物,这当然是一个无比巨大的损失,不过人类的文明还将继续。但是如果人类没有雕版、活字和现代印刷术以及录音、录像等各种复制文化基因的手段,人类就会倒退1000多年;如果人类也不抄写书籍,就会倒退两三千年。

文物贵重,因为稀少,物以稀为贵,文物一复制就成赝品,不值钱了。文化基因便宜,因为数量多,大量复制,随手可得。但文化基因的价值就在于复制,传承文明的正是这些大量复制的文化基因。我们今天的文明是以古代的文化基因为基础的,而不是以古代文明为基础,更不是以文物为基础的。

在生物进化的过程中,形成了两套复杂有序的系统:一套是生物体,另一套是遗传物质。在人类社会进化的过程中,也形成了两套复杂有序的系统:一套是人类社会文明,另一套是语言文字等符号系统。

为什么在生物和人类社会进化的过程中,都同时产生两套复杂有序的系统呢?因为这两套系统各有其致命的缺点,必须互相依赖。生物体和人类社会的缺点是不易复制,不能以原有的生物体为母板直接复制一个生物个体,只有遗传物质能大量复制,然后再以遗传物质为母板产生新的生物个体。同样,人类的意识、工具、生产生活资料、社会组织等文明成果也不能直接复制,只有文字等符号可以大量复制,然后以这些符号为母板产生意识和制作新的文明成果。所以语言文字等符号是广义的遗传物质,或者叫文化基因。但不管是狭义的遗传物质还是广义的遗传物质都有一个缺点:缺少功能。书不能吃,不能穿,DNA不能觅食捕猎。广义遗传物质虽然是复杂有序的系统,但只是符号系统,没有人们需要的各种功能。

繁殖是生命起源的充分必要条件，是生物生存的第一个本领，没有繁殖就没有生命。生物产生以后虽然进化出了很多生存本领，但至今为止，繁殖仍然是生物生存的必要条件。在生物生存的各种本领当中，繁殖即使不是最重要的本领，也是最重要的本领之一。文化的广义繁殖是文化发展的必要条件。在文化发展的各种条件中，广义繁殖即使不是最重要的条件，也是最重要的条件之一。生物的本质是复杂物质的幸存，文化的本质也是复杂物质的幸存。

变异和自然选择虽然也是进化的必要条件，但这两个条件不是稀缺资源，任何物质都能变异，任何时候自然都会选择，而繁殖是稀缺资源，是宇宙进化到一定阶段以后物质才产生的新功能，广义繁殖是人类进化到一定阶段以后才产生的新功能。繁殖是生命起源的标志，文字的产生是人类进化的里程碑。

15.1.3 符号的定义和特征

定义：信号就是能使人产生联想的物质。符号是人造的容易复制的信号。

当人看到山川、河流、天空时会产生联想，但这些物质不是人造的，不能满足人的很多特定需要。房屋、道路、机器设备是人造的，而且能引起联想，但难以复制或无法复制，只有像文字、音像这样既能引起联想又容易复制的人造物质才是符号。符号不一定是文字，可以是动作、图像、声音、绳结等任何容易复制的人造物质。

生物的遗传物质有两个特点：第一，能大量复制；第二，结构稳定。不能大量复制，生物就不能长期繁衍，不稳定生物就会在自然选择中被淘汰。作为符号的文化基因也应该结构稳定，文字、图纸、模型、音像、程序、磁盘、光盘等都符合这个标准，所以这些物质都是文化基因。在以文字音像等媒体为中介的文化传播过程中，介质的性质稳定，不易变质失真，而且媒体复制过程不易出错，文字是历史上出现的第一个具有这些特征的人造物质，所以文字的

出现是人类文化进步的一个里程碑。狭义的遗传物质与广义的遗传物质的主要区别是，狭义的遗传物质全部由核酸组成，广义的遗传物质可以由多种物质组成，主要是人类易于识别和操作的中观物质。

语言可以作为传递意识的媒介，所以也是一种符号。但这种符号很不稳定，所以在前面文化基因的定义中不包括语言。所谓不稳定是指话说完声音就消失了，再想听到必须让说话人再说一遍。但是再说一遍，就是另一个行为了，重复的时候很可能变样，口口相传更会很快走样。这里说的语言不包括录音中的语言，录音很稳定，所以是文化基因。

中国人学语言非常痛苦，但又不得不学。语言为什么这么重要呢？有两个原因：第一，录音中的语言是广义遗传物质，不被录音的语言也在一定程度上可以起到文化基因的作用，所以语言与狭义的遗传物质一样重要。DNA 传达错了，就可能让生出来的孩子痴呆、畸形；一句话传达错了，就有可能导致一场战役失败。第二，语言是了解他人意识的主要手段。世界上的大部分现象，我们都是通过眼睛看到的，但是他人的意识我们看不到，也摸不到，只能通过他人的语言和行为间接地了解到。

15.1.4　文化基因的辨识

许博渊认为，在文化中能起基因作用的有三个：语言文字、宗教信仰和生活习惯。但笔者认为语言、宗教信仰和生活习惯都不是文化基因，它们只符合文化基因的第一个标准，能够大量复制，但不符合第二个标准，不够稳定。

许博渊之所以把宗教信仰和生活习惯与语言文字并列，是因为宗教信仰和生活习惯往往脱离文字，依靠语言和行为传播，但语言和行为都容易失真。古代的大多数生活习惯对我们来说已经是天方夜谭了，甚至很多100年前的服饰、礼仪都已经绝迹了，如果没有文字、照片、音像等媒介的介绍，我们就无法了解。而且语言

和行为只能传播一些简单的文化，不能传播复杂文化，那些口口相传、师傅带徒弟的技术、艺术大多数都绝迹了。长期流传的宗教信仰和生活习惯一样，主要也是以文字为传播媒介，圣经如果不印在纸上，基督教早就灭绝了。

代表一个物种的是一种遗传物质，而不是一个生物个体。屹立千年的古代建筑往往被认为代表一种文化，其实说文化基因代表一种文化更准确。我们看到这个建筑以后，会研究它的特点、原理、风格，然后写成文字，这些文字和这个建筑的照片、录像等符号是文化基因。

生物幸存的最主要方法是自复制，人类创造的物质要想幸存，也必须依靠复制。如果人类创造的物质能自复制就更容易幸存了，但到现在为止，除了计算机病毒以外人类还没有创造出能自复制的复杂物质，也许将来人工智能可以自复制。在不能自复制的情况下，依靠人为复制也能实现复杂结构的幸存，这就是现在的文化基因。

现在的文化以人类的行为为条件，而人类是一种生物，人类的生存以 DNA 的自复制为条件。计算机病毒能自复制，将来的纳米机器人病毒和人工智能如果也能自复制，那么这些文化可以逐渐摆脱对人的依赖，甚至侵犯人的利益。计算机病毒还需要一个人造环境，不能离开计算机，纳米机器人病毒和人工智能可能就不需要人造环境了。这时的文化就逐渐成为一种生命，不再是我们现在所说的文化了。

15.2　波普尔的第三世界理论

第三世界的理论是波普尔进化认识论当中的一项主要研究成果。这个理论当中有一些可贵的创新之处，提出了广义进化理论的一些重要思想，对于哲学和社会科学的发展有不可忽视的理论价值。同时，这个理论也有明显的缺陷。

15.2.1 第三世界

卡尔·波普尔(2005)认为,文化背景是可以相对地脱离创造它的创造者存在的,所以存在一个第三世界,即"思想的客观内容的世界,尤其是科学思想,诗的思想以及艺术作品的世界"。与第三世界相对应的第一世界是"物理客体或物理状态的世界",第二世界是"意识状态或精神状态的世界"。关于第三世界的主要成员,波普尔说:"尤为突出的成员是理论体系,但同样重要的还有问题和问题境况。而且我将论证,这个世界的最重要的成员是批判性辩论;当然还有期刊、书籍和图书馆的内容。"

波普尔的第三世界理论的可贵之处首先在于波普尔不想借助超自然的力量,他认为,黑格尔的客观精神"是他的体系表现出他的神学背景的一方面。与此相反,笔者断言,个人的创造因素、个人和他的工作之间的平等交换关系是最重要的。"波普尔看到了文字表述的知识具有独立性,既不同于其他物质,也不同于意识,应该得到特殊的地位。如果波普尔所说的思想的客观内容是指文字符号的排列,那么他针对这些内容的一些论述很有意义。

(1)卡尔·波普尔认为,知识的发展同生物的发展即动植物的进化十分类似。"思想的客观内容(不断创新的文字符号排列顺序)本质上是物质复杂有序化进程在人类产生之后造就的产物,也就是广义进化产物当中的一部分。波普尔注意到知识的发展同狭义进化类似,虽然他没有使用广义进化这个词,但实际上他已经指出了知识的发展是广义进化,而且指出了广义进化的具体方式就是P1—TT—EE—P2,其中P1和P2代表问题,TT代表试探性学说,EE代表排除错误。

(2)波普尔虽然没有使用文化基因这个词,但他指出了第三世界的文化基因功能:如果"图书馆和我们从中学习的能力依然存在,在遭受重大损失之后,我们的世界会再次运转。"如果"所有的图书馆也都被毁坏了","我们的文明在几千年内不会重新出

现"。

(3)波普尔把蜘蛛网、蜂巢等动物的建筑和房子、工具等人类活动的产物归入第三世界。这些也是物质复杂有序化进程造就的产物,但波普尔没有指出它们与生物基因和文化基因的不同,这些物质应该称为广义的表型,与生物的狭义表型相对应。

(4)波普尔强调第三世界的问题比第二世界的问题更重要。也就是说文化基因、广义遗传和广义进化比把文化基因转录成意识、意识翻译成广义表型(改造世界)的过程更重要。或者说每一个生物个体的存在都只是基因的狭义进化的手段,每一个人的行为、心理的存在都只是文化基因的广义进化的手段。这种观点有些偏颇,但很有启发意义。

15.2.2 第三世界的客观性

波普尔的理论中也有很多自相矛盾的地方。他认为,第三世界的知识包括已经发现的知识和未被发现的知识,最有价值的是第三世界中那些尚未被发现的知识,在它们被意识之前,就在那里存在"。但另一方面又说,它们是人类动物的自然产物,可以比作蜘蛛网,这显然是自相矛盾。人类已经发现的知识(他人发现的写在纸上的知识)是由人创造的,而且可以存在于主体意识之外,但是尚未被发现的知识也是由人创造的吗?当然不是,至少不是由人表述和辩论的。那么在人意识到真理之前,是谁对这些知识表述和辩论呢?只能是上帝和众神,他们辩论之后在一颗光芒四射的红宝石上刻下许多文字。对于波普尔的那些自在的知识如果不是这样解释,真不知道应该如何解释。

其实,波普尔对于第三世界的真理给出了两个来源。第一个来源是在意识之前的,第二个来源是通过试错法逐渐接近真理。波普尔提出一个试错公式:

P1—TT—EE—P2

评价试错结果的裁判是谁呢?如果不是上帝,那就只能是我

们自己。我们自己能作出准确的判断吗？波普尔很有信心，他认为通过检验和竞争理论可以具有更大的逼真性。那么判断的标准是什么呢？是人的利益，他认为只要我们生存下来了，我们就可以说，我们许多比较实际的信念很可能是真实的。

但是，在真理标准的问题上波普尔并不十分看重人的利益，他更看重的是逻辑统一，就是他所说的"解释力"。诚然，一个成功的理论首先表现出来的特点就是逻辑统一。例如，牛顿定律或爱因斯坦的相对论都使很多杂乱无章的现象突然变得顺理成章了，逻辑统一使事情变得清晰和简单。但更重要的是，人们按照这种逻辑去预测和行动就可以趋利避害，因此逻辑统一是人的利益所在。波普尔没有看到逻辑统一作为真理的标准来自于利益标准，是利益标准的派生标准。虽然很多理论似乎都距离人的现实生活很远，但任何一种逻辑统一都迟早会给人带来利益，满足人的需要。建筑理论的逻辑统一可能意味着在未来的地震中少死很多人，革命理论的逻辑统一可能意味着避免"文革"那样的错误。能满足人类需要的方法就是有序的理论，能满足人类需要的人造物质系统就是有序的工具和人造环境。科学的标准就是这种有序，科学研究就是使认识有序化的过程。人的需要不等于吃喝玩乐，人还有很多高层次的需要，甚至还有劳动、奉献的需要。

笔者认为试错理论是完全正确的理论（虽然还需要继续完善），但用在波普尔的第三世界理论中却带来三个问题。首先，试错的过程只能产生被人意识到的真理，不可能产生意识之前的真理。其次，一次试错一般不会得到真理，那么到底多少次试错才能得到真理呢？波普尔（2005）认为，现存知识是变化的，期待着越来越接近于真理。也就是说，在第三世界中充斥着大量似是而非的东西，难道这些似是而非的东西也是"在它们被意识之前，就在那里存在"吗？最后，既然真理的产生有两个来源，那么用奥卡姆的剃刀把第一个来源剔除，只保留第二个来源行不行？笔者认为

完全可以，因为第二个来源对于第一个来源没有一点依赖。在波普尔的书中找不到一点对于这种依赖的论述，在试错公式中也没有第一个来源的位置。

人类完全无法了解由第一个来源产生的真理。如果牛顿能看到那颗宝石，就没有必要再去冥思苦想了，只要把宝石上的字抄下来就行了。由第一个来源产生的真理也不能作为判断人类认识对错的标准。能用这个标准的一定不是凡人，当牛顿把书写好之后，也许赤脚大仙可以把书拿过来与红宝石上的文字对比一番，然后点点头："嗯，这就是真理。"而且，波普尔认为第三世界的客观知识当中不仅有真实的、有用的知识，还有虚假的、无用的知识。如果第一个来源的真理是检验认识的标准，那么是不是说虚假的、无用的知识也是检验认识的标准呢？波普尔提到的第三世界中那些自在的知识与马克思的客观规律本质上是相同的。但马克思还说："实践是检验真理的唯一标准。""唯一"二字意味着实践之外的任何事物，包括客观规律都不是检验真理的标准。

波普尔有一个证明第三世界独立存在的标准论据：如果我们所有机器和工具，连同我们所有的主观知识，包括我们关于机器和工具以及怎样使用他们的主观知识都被毁坏了；然而，图书馆和我们从中学习的能力依然存在。显然，在遭受重大损失之后，我们的世界会再次运转。如果所有的图书馆也都被毁坏了，"我们的文明在几千年内不会重新出现。以上论据只能证明人类已知的、写在纸上的知识属于第三世界，并不能证明未知的知识属于第三世界。因为即使所有的图书馆都被毁坏了，未知的、自在的知识仍然存在，但这些知识的存在对于人类毫无意义，我们的文明在几千年内还是不会重新出现。

15.2.3 客观规律没有意义

如果真理的第一个来源被剔除了，只剩下第二个来源，那么马上可以推出一个结论：知识是人创造的，不可能"在它们被意识之

前，就在那里存在”。那么我们常说的向科学王国进军到底是向哪里进军？马克思说的客观规律难道也不存在吗？其实向科学王国进军只是比喻，真实的情况是我们都在为人类的幸福而工作，只要我们通过某种方法让人类幸福了，不管我们把红旗插到哪里，都可以说是占领了科学王国，找到了科学的奥秘。

如果有人问你不承认客观规律，只相信自己的经验是不是很危险？你一定会瞪大眼睛说：“这还用说吗？不按客观规律办事，一定会受到惩罚。”好，我很想按客观规律办事，但你能不能告诉我客观规律到底在哪里？

“按客观规律办事”这句话是典型的“马后炮”，或者叫“事后诸葛亮”。谁都可以声称自己的理论是客观规律，在所有的客观规律面前，只有一种态度是科学的——怀疑一切。也就是说我无法承认任何客观规律，只能相信自己的眼睛，只能依靠自己一点一点地试错。需要强调的是，客观规律是否存在的问题并不重要，说它存在也不一定错误。重要的是客观规律的存在对于人类没有帮助，客观规律既不是认识的直接来源，也不是检验真理的标准。如图15.2所示，客观规律和人创造的理论、模型之间没有直接的关系。

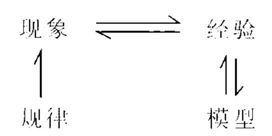


图15.2　客观规律的地位

科学研究所发现的不是埋在地下的客观规律，也不是隐藏在现象背后的客观规律，而是一些人造的有序的模型。我们不可能站到现象背后去，也不可能像X光一样透视现象，我们没有那双慧眼。我们能做的就是闭门造车，造出一些模型，然后到实践中去检验。

试错或实践检验真理的过程是什么样的过程呢？是获得更多经验的过程。如果新的认识使人快乐的经验增多了，痛苦的经验减少了，那么这个认识就可能是真理。趋利避害就是以感觉为标准，跟着感觉走。

定理：检验真理的途径是实践，检验的对象是主体实践前后的经验，检验的标准是主体的利益，检验的价值取向是趋利避害。

对理论和行为的检验都使用这个标准，我们平常说某个理论或行为合理，就是说它有利于主体趋利避害。需要注意的是，主体的利益包括短期利益和长远利益。

任何认识和理论都是模型，都可能是错误的，包括我们最有把握的知识。例如，太阳每天从东方升起，到了两极就知道这只是一个偏见。所以我们的一切理论都是人创造的模型，不是客观规律，包括那些严格推导的、久经考验的理论在内。客观规律总是躲在现象背后，它已经发下毒誓：永远不在人间露面。既然它不愿意露面，我们就没必要再单相思了。不管它如何美丽，都命中注定与我们无缘。见不到客观规律并不意味着世界的末日，我们还有现象、经验和模型。现象、经验和模型虽然丑陋，但我们别无选择，只有它们能给人类带来幸福。我们可以尽力把模型设计得非常精美，以假乱真。

严格地说，真理的标准应该是主体的利益，而不是人类的利益，因为人类包括主体自身和他人。为什么不说真理的标准是人类的利益呢？对于天使来说，真理的标准是人类的利益，因为她把人类的利益内化为自己的利益了；对于魔鬼来说，真理的标准是人类的祸患，因为它把人类的祸患内化为自己的利益了。所以人类的利益这个标准不是普遍适用的，但主体利益这个标准是普遍适用的。

如果我们不能直接看清某个事物的真实结构，那么这个事物对于我们来说就是一个黑箱。人们对黑箱的任何认识都是建立模

型的过程。首先，观察这个黑箱的输入和输出，然后，设计模型的结构。如果对于相同的多个输入，这个模型的输出都与黑箱相同，那么就认为模型的结构与黑箱的内部结构相同。建立模型的过程是一个试错的过程，这个过程可能需要提出很多个方案。这些方案从何而来呢？主要来自于类比和联想，就是用人们见过的结构来作为模型的结构或用来修改模型的结构。

人类认识世界的过程是一个复杂的过程，而且往往和其他很多过程交织在一起，人们很难直接观察这个过程，即使能直接观察也很难不受其他事物的干扰。所以认知过程就变成了一个黑箱，所有的认识论都是在建立认知过程的模型。认知模型的结构从何而来呢？主要来自于类比和联想。一颗宝石埋在地下，用铁锹挖出来就高兴了。这个过程是我们熟悉的，于是这个过程就被借用过来建立认知模型。这个模型中宝石"在它们被意识之前，就在那里存在"，于是波普尔认为知识也是"在它们被意识之前，就在那里存在"。在主观世界里有问题和辩论，于是波普尔就认为在第三世界里也有问题和辩论。攻入敌阵，把红旗插上城头的过程我们是熟悉的，于是认识过程就经常被说成是向科学王国进军。这些模型与实际的认知过程具有一些相同的输出，但也有不同的输出。知识既不是宝石，也不是堡垒，而是意识或一行行的文字，作为认知成果的特殊排列顺序的文字在科学家写出之前是不存在的。

15.2.4　第三世界是物质复杂有序化进程的产物

前面所说的真理的第一个来源被剔除之后，第三世界还存在吗？可以存在。从波普尔的分析中我们发现，第三世界有两个基本特征：第一，长存。思想、理论、艺术的寿命不仅可以超过爱因斯坦和莎士比亚，也可以超过任何生物和任何复杂的物质系统。第二，有序。波普尔列举的奇数、偶数、素数、哥德巴哈猜想等例子的主要特征都是有序。

那么这些有序和长存的物质究竟是一些什么物质呢？第一世界从基本粒子开始逐渐进化，结构越来越复杂和有序，生物和人（包括第二世界）都是这个复杂有序化进程的产物。而人产生之后，这个复杂有序化的进程并没有结束。人的身体始终没有太大的变化，但是人的意识和人创造的物质越来越复杂和有序了。波普尔所说的第三世界其实就是物质复杂有序化进程在人类产生之后造就的产物，也就是广义进化产物当中的一部分，是物理实体的一种特殊结构状态。

唯物主义者认为只有一个统一的物质世界，意识是物质的一部分，精神的或心理的现象都是物理实体的功能。但意识很特殊，人的一切认识都直接来自于意识，而不直接来自于客观世界，意识与客观世界的关系是辩证的，对人非常重要，决定人的行为，因而能决定客观世界的发展变化。所以人们特意把这一部分分出来，看作一个单独的世界，即波普尔说的第二世界。第二世界是第一世界的一部分，第三世界当然也是第一世界的一部分。因为第三世界的内容很特殊，所以也可以看作一个单独的世界。

文艺作品是什么？笔者认为有两个层次的本质。第一，文艺作品是人头脑中的某种意识。提到《三国演义》，你会想到曹操、诸葛亮，提到《西游记》，你会想到孙悟空、唐僧。这些都是你头脑中的意识，而且你头脑中的曹操和我头脑中的曹操不见得一样。第二，文艺作品是文字符号的某种排列。《三国演义》里有"王"字，《西游记》里也有"王"字。中国的文字就字典里那么多，英语的文字更少，只有 26 个字母。每一本书都是这些文字排列成的，《三国演义》与《西游记》的区别只是这些文字的排列顺序不同。人类的 DNA 与鹦鹉的 DNA 都是由四种碱基对组成的，但数量和顺序不同，生物进化就是依靠遗传物质的数量和排列顺序的变化。文字是广义的遗传物质，人类文化的进化既是意识和物质财富的复杂有序化，也是广义遗传物质的数量和排列顺序的复杂和有序

化

但是，波普尔所说的思想的客观内容既不是意识，也不是文字排列的顺序，而是物质和意识之外一种自在的存在。这种自在的存在完全可以被奥卡姆的剃刀剃掉。孙悟空作为一种意识存在已经可以了，何必要当真呢？历史上的唐僧是自在的，但小说里的唐僧也是自在的吗？如果有10个版本的唐僧，那么就有10个自在的唐僧吗？作为意识和文字排列就不一样了，100个唐僧也没问题。

科学技术是什么？也有两个层次的本质。第一，科学技术是人头脑中的某种意识。提到牛顿定理，你会想到质量和力的关系；提到相对论，你会想到时间与空间的关系，以及这些理论应用在实践中产生的巨大效果，这些都是你头脑中的意识。第二，科学技术是文字符号的某种排列。每一本科技著作都是文字排列成的，各种科技著作的区别只是文字符号的数量和排列顺序不同。那么理论应用在实践中产生的效果是什么呢？是物质系统的复杂有序化，是人的意识中有了科学技术理论之后，意识支配行为创造的物质成果。而科学技术理论本身是指意识，或者指文字符号的某种排列。科学技术的客观内容（自在的客观规律）可以被奥卡姆的剃刀剃掉，指导实践的是作为意识的科学技术，这些意识的来源是过去的意识、过去的文字排列和今天的意识创新。

说起孙悟空、龙王和玉皇大帝，我们都感觉像真的一样，也就是有一个客观的感觉。为什么会这样呢？因为主观事物和客观事物虽然来源不一样，但在主观世界中的存在形式是一样的。而追究来源是很麻烦的，平时在思维的时候，一般不需要去追究来源，所以主观事物和客观事物也就显得没有差别了。

客观事物是外在的，在人的头脑中只有关于客观事物的经验。这些经验一开始可能是杂乱无章的，但只要人多次认真地观察，就可以找到它们之间的逻辑关系。所以人们相信，关于客观事物的

经验一定都是有逻辑关系的。相反，主观事物往往是随意的、杂乱无章、缺少逻辑关系的。但有些主观事物经过意识的长期加工，建立了丰富的逻辑关系，例如，《西游记》的故事，长期流传，情节越来越丰富，人物越来越丰满。于是这些主观事物就越来越像客观事物了。科学理论也是一样，理论的发展就是认识的逻辑性增强的过程，逻辑性强了就被人当成客观的，所以人们把这些逻辑性很强的认识当成客观规律。

建立逻辑关系的过程就是有序化，第三世界中有很多无序的事物，在进化过程中第三世界的有序事物逐渐增多。

总之，波普尔的第三世界理论有一些可贵的创新，对于文化基因和广义进化的研究有不少启示。我们应该在这些创新的基础上批判地发展，以便建立起比较完整的文化基因和广义进化的新理论。

15.3 民族文化

15.3.1 民族划分

杜布赞斯基在《遗传学和物种起源》中给出了物种的生物学概念：物种是一群实际上或有可能相互交配的自然群体，它们与其他生物群体存在生殖隔绝。

民族也是指这样的群体，它们的遗传信息在群体内部传递，与其他民族存在隔绝。只不过人类的遗传信息不仅包括生物基因，还包括文化基因，所以民族划分应该主要以广义繁殖的隔绝为划分依据，以生理特征为主要依据的划分方法是不可取的。方舟子(2005)认为民族的定义应该是：由不同文化因素凝聚而成的人类群体，以共同的语言、地域和经济来区分。

每一个民族都有自己的文化传统，有自己的文化认同感，对儿童首先传授自己民族特有的文化，这种教育导致了民族之间的差别。现代社会文化交流越来越频繁，每个民族都在越来越多地接受外族文化，这使得民族的界限越来越模糊了。其实民族界限本

来就是模糊的，生物不同物种之间也有杂交，但模糊的差别也是差别，民族界限是很难彻底消除的。

中华民族似乎不是一个民族，是56个民族。但是由于有共同的文化，共同的民族认同感，所以中华民族是真实存在的，符合民族的含义。

15.3.2 文化灭绝公式

许博渊把语言文字、宗教信仰和生活习惯与其他文化内容分开，认为如果能保持本民族的语言文字、宗教信仰和生活习惯，本民族的文化就不会灭绝；如果不能保持这些内容，本民族的文化就会灭绝。笔者认为这种观点值得商榷，即使正确，我们也应该再追问一句，如何才能保持本民族的语言文字、宗教信仰和生活习惯呢？靠学者的呼吁吗？笔者认为一个民族的文化是否灭绝，有更深刻的根源，主要取决于四个因素：人口、历史、文化成就、外部条件。

（1）人口。每一个民族都会受到外族的同化，如果人口少，整个民族就可能在很短的时间内被完全同化。但如果人口很多，那么被完全同化的时间就会很长。中国不仅现在的人口位居世界第一，而且在古代历史中，人口也长期位居第一，所以在相互同化的过程中自然是最顽强的。

（2）历史。中国有悠久的历史，这让每一个中国人都感到骄傲自豪。每个人都有归属的需要，归属于一个历史悠久的民族比归属于历史短暂的民族使人有更大的安全感和荣誉感。国外那些不会说中国话的华裔被称为“香蕉”，即使是他们也会受这种安全感和荣誉感的影响，愿意说自己是中国人。另外，中国之所以人口众多，主要是中国在漫长的历史发展中文明积淀的结果，包括中医的成就、高产粮食品种的引进和推广以及长期和平的政治环境。

（3）文化成就。今天的文明建立在古代文化基因的成就之上，每一个人都需要不断地在过去的文化基因中吸取营养。无论

是外国人还是中国人，当他切实地感到中国文化对他有用的时候，他就自然会对中国的民族产生认同感。

（4）外部条件。当外部条件比较严酷时，例如，与自己交往密切的民族是人口众多、文化发达的民族时就容易被同化。需要注意的是，外部条件严酷并不一定指外族对本族的虐待，往往越是善待越容易同化。

除了这四个因素之外，还有很多因素会影响同化的进程，但这四个是最主要的。在这四个因素当中，每一个都不是阻止或促进同化的充分条件，也不是阻止或促进同化的必要条件。同化的进程取决于这些因素的综合作用。

定理：一个民族的文化被同化的进程取决于四个因素的综合作用，这种综合作用可写作公式：

$T = wW - aA - bB - cC - \cdots$

其中，T 代表被同化的百分比，W 代表外部同化力量，A 代表本民族人口，B 代表历史，C 代表文化成就，w、a、b、c 代表权重系数。

当然，写出这个公式还只是一个开始，这些变量如何量化，权重系数如何选取都是很复杂的问题，这个公式只是提出了这些问题。但这个公式还是很重要的，提出问题是解决问题的一半。而且，如果能确认这个公式就可以排除一些错误观念。

生命的本质是自复制，自复制能使复杂系统的数量产生指数增长，如果复杂系统的数量少，在严酷的环境中很容易灭绝，只有当复杂系统的数量很大时，才有可能避免灭绝，不管是生物还是人类都是如此。对于整个人类来说，依靠数量的优势可以避免人类灭绝，对于一个民族来说，依靠数量的优势可以避免被同化。

狭义遗传方式的出现导致了生命的起源，生命的出现是世界进化速度的一次飞跃。广义遗传也能导致进化速度的飞跃，而且导致飞跃的原因完全相同。语言文字产生以后，复杂化和有序化

的成果虽然还是很难产生，但不容易被完全破坏。只要副本数量众多，就总会有一些保留下来。这就使复杂化和有序化的过程可以累积，于是进化的速度就出现了飞跃。

由此可见，由复制导致的数量优势是最根本的因素，在决定民族文化命运的四个因素中，第一个因素（人口因素）和第三个因素（文化成就）都是这个根本因素的体现。第二个因素（历史因素）的主要作用是影响人口的数量和文化成就。文化灭绝公式中的前三个因素的作用都是根源于复制导致的数量优势，所以一个民族的文化是否会灭绝根源于是否具有复制导致的数量优势。在千差万别的文化内容中，最关键的差别就是能否大量复制。能大量复制的才是文化基因，不能大量复制的就不是文化基因。

第16章　广义生长和广义发育

定义：

1. 基本遗传物质：指具有自复制功能的最简单结构。(16.1)

2. 扩展遗传物质：指基本遗传物质之外的遗传物质。(16.1)

3. 生物的生长是结构功能相同的细胞增多的过程；生物的发育是功能不同的细胞的分化。(16.1)

4. 社会组织在不改变社会分工形式时规模的扩大叫广义生长；社会组织内部人与人之间的社会分工叫做广义发育。(16.2)

16.1　生物的生长和发育

最早的生物没有细胞，只有构成自复制功能的最简单结构，这些结构当然就是它们的遗传物质，或称为基本遗传物质，从基本遗传物质中去除任何一个元素，都会使其丧失遗传功能。

定义：基本遗传物质是具有自复制功能的最简单结构。

对于这时的生物来说，具有自复制功能的部分是这些生物的全部结构，所以它不需要生长。生物自复制产生的新的生物个体，大小是不变的，直到死亡。后来生物结构日趋复杂，在负责自复制的基本结构之外又增加了其他结构。最早增加的部分也能与原来的部分一起自复制，这些部分也是遗传物质，可称为扩展遗传物质。

定义：扩展遗传物质是基本遗传物质之外的遗传物质。

扩展遗传物质一开始可能只是个累赘，没有任何有用的功能，但是后来扩展遗传物质逐渐具有了新的功能，即在自复制之外，还能指导合成蛋白质。遗传物质是生物的基本结构，合成蛋白质的

过程是生物的基本结构与环境相互作用的过程。遗传物质与环境的这种作用不同于自复制，其结果是产生与基本部分不同的结构，这些结构与基本部分一起构成生物的个体。

能够自复制的稳定结构是生物产生的充分必要条件，所以后来增加的结构和功能（包括扩展遗传物质和非遗传物质）对生物的起源来说都不是必要的。但简单物质与环境之间相互作用，以及简单物质之间相互作用必然产生更复杂的物质。新增加的部分不一定是对生物有益的，自然选择使有益的部分被保留。

这样一来，新生物个体的产生就包括了两个过程：第一个过程是遗传物质的自复制，其中又包括源于母体的自复制和生物个体体内的自复制；第二个过程是遗传物质指导合成蛋白质等其他非遗传物质。第二个过程和生物个体体内的遗传物质的自复制合在一起形成生长过程。所以，生长也是生物进化到一定阶段后才需要的功能。

之所以要严格区分遗传物质的自复制和生长，是因为获得性性状不能遗传。所谓获得性性状就是指在生长发育过程中形成的物质的结构变化。由于生物与环境之间以及生物内部物质之间有复杂的相互作用，所以生物的每一部分都会发生结构变化。但不同的部分发生的变化对生物的影响有巨大差别，遗传物质的变化可以遗传，非遗传物质的变化不能遗传。

不要以为只有变异才会产生复杂化，生长过程也是复杂化。我们一般认为生物或社会组织（包括国家）从小变大，基本结构没有变。其实，即使不考虑其他变化，也只能说长大前后结构有很多共性，不能说结构完全相同。在生物长大的过程中，外界的物质进入生物体，构成生物的组织，这些物质进入生物体的前后，结构发生了巨大变化，所以生长本身就是复杂化。生物的发育、组织的分化更是复杂化，生长和发育都是对称性破缺的过程。在社会组织壮大的过程中，外部人员进入组织之后具有了新的责、权、利，与原

来完全不同,不再是一盘散沙,这些变化过程都是复杂化的过程。

最早的生物不一定有细胞,能自复制的物质有可能在裸露的情况下生存。生物体的非遗传物质增加到一定程度后,才会产生单细胞生物。无细胞和单细胞生物自复制之后,新的个体一般都与母体分离,不联结在一起,因为它们没有联结的功能。

后来联结的功能出现了,就产生了多细胞生物。多细胞生物不能整体复制,只有遗传物质是可以自复制的,然后在遗传物质指导下生长成第一个细胞。第一个细胞形成之后复制第二个细胞的遗传物质,并生长成第二个细胞。与此同时在遗传物质指导下联结两个细胞,这样就形成了双细胞和多细胞生物。

多细胞生物结构比单细胞生物复杂,所以更容易被破坏,但多细胞生物容易进化出新的负反馈功能。一旦某种新的负反馈功能出现了,多细胞生物的稳定性就提高了,被破坏的速度就降低了。多细胞生物到底能不能生存,取决于被破坏的速度与新个体生成速度的比较。生物体中的蛋白质增多以后,一部分蛋白质可以改变另一部分蛋白质的结构、功能和分布,这样就出现了功能不同的细胞的分化。

《生命科学概论》(万海清,2001)对生长和发育是这样定义的,生长是生物体或细胞从小到大的过程;发育是细胞的分化和形态的形成,高等植物和高等动物从受精卵形成胚胎并长成性成熟个体的过程称为个体发育。这个定义中对于生长只关注生物的体积变化显然是不对的。如果生物从压力高的地方移动到压力低的地方,这时的体积增大也是生长吗?

定义:生物的生长是结构功能相同的细胞增多的过程;生物的发育是功能不同的细胞的分化。

生物的生长和发育的概念可以扩展为广义的生长和广义发育。

定义:社会组织在不改变社会分工形式时规模的扩大叫**广义**

生长。社会组织内部人与人之间的社会分工叫做**广义发育**。

遗传物质的自复制需要条件，要有自复制的材料，还需要能量。最简单的生命在自复制时完全由环境提供条件。复杂生物很多细胞位于生物体内不能与外界环境接触，所以必须依靠生物体提供这些条件。如果生物体的结构和功能被破坏，不再能提供自复制的条件，这些细胞的生命运动就中止了。同时，这些细胞也有特定的功能，也为别的细胞提供自复制的条件，从而形成一个互相依赖的系统。

16.2 生长的原因

生物都按照先复制、再生长的两步走方式发展，复制都是在能保存遗传信息的最小的单位上进行。没有一种生物能用整体复制的方法代替复制、生长两步走的方式。为什么会这样呢?

因为复制是一个非常复杂的过程，而且是非常容易出错的过程。在最小的单位上复制都会经常出错，复制单位增大，错误的数量就会呈指数增长，比较复杂的生物整体复制可以说根本不可能，所以，没有一种生物能用整体复制的方法代替复制、生长两步走的方式。人类可以大量生产相同的产品，这是整体复制，但所有工业产品的复制都比生物的复制简单得多。现在人类要想复制一个最简单的细胞也要借助生物手段，即复制、生长两步走的方法，不能依靠工业手段。

而且人类的工业产品的复制是以一个巨系统为条件的，这个巨系统包括人类的文化、社会组织和人造环境(如机器设备和各种建筑)。生物先产生了复制功能，然后才逐渐进化出复杂的生物体，所以生物的复制不能以某个巨系统为条件。

既然人类有一个巨系统，可以实现中观产品的复制，而且巨系统的功能日新月异，那么将来能不能实现复杂生物的中观复制呢?可能，就像有人设想的那样在流水线上生产婴儿，一按电钮，传送带就把婴儿送出来了，一分钟一个，长得一模一样。

文化基因是广义遗传物质，人类社会是广义生命体。生物是在遗传物质指导下经过生长发育形成的，人类社会是在广义遗传物质指导下，经过广义的生长和广义的发育形成的。

生物体主要是蛋白质的集合体，生命功能主要是由蛋白质组成的各种组织器官的功能，这些蛋白质都是在DNA指导下合成的。人类社会是人和各种社会组织的集合体，人类文明主要是社会组织的功能，这些社会组织都是在广义遗传物质指导下形成的。在这种对比中，社会组织与生物体的各种组织器官对应。

社会组织复制也不能整体复制，必须经过复制和生长两个阶段。复制也要在最小的单位上进行，这时最小的单位是个人的思想。某一个人的头脑中认识了整个组织建立的方法，然后，把这种思想传播给别人，再分工合作建立组织。

对企业来说，繁殖的主要是管理理论，新企业的成立过程是生长发育的过程。其他组织也基本上是这样，不能以组织为母体繁殖组织。建国理论属于广义遗传物质，这些理论可以在人群中广泛传播。在这些理论指导下建立政权，并逐渐发展壮大，是生长发育过程。

现代社会被称为信息社会，是因为以前广义生长的速度受客观条件限制，生长很慢，例如，企业、政党、国家的发展壮大都很困难。不是因为以前信息不重要，而是因为以前广义生长发育是瓶颈，信息的重要性相对较低。现在广义生长速度快了，广义繁殖的速度就显得慢了，信息成为瓶颈就受到重视了。

16.3　对称性破缺范围的增大和全息性

所有的进化都是对称性破缺，最早的复杂结构的个体体积很小，从整个地球的生物圈来看，可以说没有发生对称性破缺，因为各处的小生物是相同的。

后来生物个体的体积越来越大，人类产生之后又建立起了社会组织。社会组织也是一种复杂结构，而且社会组织的规模越来

越大。还有人制造的各种工具和其他行为产物也是复杂结构，虽然它们不是生命，但它们是生命的附属物质。这样一来地球上的生物圈就发生了对称性破缺。这里所说的生物圈指包括人类和社会组织在内的广义的生物圈。

最后对称性破缺的范围达到整个地球，甚至超出了地球。所以进化的过程既是微观结构逐渐复杂化的过程，也是宏观结构逐渐复杂化，即对称性破缺范围逐渐增大的过程。

生物的每一个细胞都包含全部遗传信息，所以生物是全息的。发育之后细胞有分工，对于每个细胞来说，有些功能呈显性，有些呈隐性。

人的意识和广义遗传也是全息的，每一个人都受到基本相同的教育，能适应不同环境，能做多种工作。但不同的人，遗传信息也有特化，包括学习不同的专业和不同的生存本领。而且在不同环境中，有些能力会显示出来，有些能力显示不出来。人类社会的各种组织都是全息的，每一个组织都有一套基本相同的组织制度和组织文化，然后在此基础上产生分化。

不同生物个体，即使遗传信息相同，最终发育的程度也会不同，这取决于环境条件。人和社会组织的发育也是一样。即使接受相同的教育，人的思想观念也不一样。况且每个人的家庭教育差别极大，成长环境不同。从整个社会来说，社会组织的组织理论在一定时期内，会达到一定的程度。但每个组织的组织者所掌握的组织理论相差极大。所以，每个组织的发育程度也会差异极大。

第 17 章　广义变异

定义：

1. 技能：使行为有序的能力，包括生活技能和生产技能。（17.1.1）

2. 人工智能：人造逻辑的检验、预测和创新功能。（17.1.2）

3. 狭义学习：建立与他人相同的意识。（17.1.3）

4. 人才：善于创新和善于使意识有序化的人。（17.2.2）

5. 效应器官：能够对外界事物产生影响以满足主体需要的器官。（17.2.1）

6. 工具：人制造的可以增强人的效应器官功能的物质。（17.3.2）

定理：

1. 创意和逻辑是使人类社会不断进化以及进化速度提高的关键。（17.1.2）

2. 科技理论研究和其他文化创作是人类社会不断进化以及加快进化速度的主要方式。（17.1.2）

17.1　创新和学习

17.1.1　人类社会的复杂有序化

狭义进化指生物的复杂有序化，广义进化和有序化包括非生物的复杂有序化、生物的复杂有序化和人类社会的复杂有序化。人类社会的复杂有序化包括：认识、文化基因、行为、社会组织和人造环境的复杂有序化。

小孩出生的时候，主观世界是一片空白，人类进化早期，主观世界也是一片空白。然后依靠观察、记忆和思考逐渐建立起一个内容丰富的主观世界。认识的复杂有序化来自广义转录和广义变异。一种意识对应大脑神经系统的一种网络连接结构，包括神经连接的开闭状态。认识是意识的一部分，所以认识的有序就是这种神经网络连接的有序。理论创新和其他文化创意都是人类的智慧，是意识的广义变异过程。意识的有序化与物质的有序化既有共性，又有差异，它们的有序化都以产生新功能为标志。文化创意就是在主观世界建设中具有新功能的内容。一个个思想家、艺术家都是建设主观世界劳动模范。

文化基因是符号，不可能自发产生有序的变异，文化基因的变异都是人的意识变异之后通过逆转录实现的。

行为方式包括生活方式和生产方式，生活方式包括生活行为和生活条件，生产方式包括生产行为和生产条件。生产条件包括物质条件和生产关系。行为的复杂有序化属于行为方式的改变，包括生活行为的改变和生产行为的改变。行为方式的改变的主要内容当中包括技能的提高，相当于生物蛋白质功能的多样化和结构有序化。

定义：技能就是使行为有序的能力，包括生活技能和生产技能。

其中，在某种思想观念指导下的行为的复杂有序化是人的自我改造或自我修炼，属于广义翻译。只有在思想观念指导之外的，或叫意外的行为复杂有序化才属于行为的广义变异。

生活方式的复杂有序化包括生活行为的复杂有序化和生活条件的复杂有序化，生产方式的复杂有序化包括生产行为的复杂有序化和生产条件的复杂有序化。生活行为和生产行为的复杂有序化属于行为的复杂有序化，生活条件和生产条件的复杂有序化属于人造环境的复杂有序化。

以盈利为目的的艺术活动是生产行为,不以盈利为目的的艺术活动是纯娱乐活动,是一种生活方式;以比赛为目的的体育活动属于生产行为,以锻炼身体为目的的体育活动是一种生活方式。

社会组织的复杂和有序化当中包括两种,在理论指导下的复杂有序化是广义的生长和发育,理论指导之外的复杂有序化是广义变异,例如,企业管理实践的创新、政党自我完善、实践中的新经验、新方法等组织的变异都是广义变异。

生物对于自己的遗传物质是不能进行任何加工的,而人可以对自己的广义遗传物质进行加工。行为的变异和组织的变异都是广义的获得性性状,这些获得性性状可以通过逆转录遗传。要实现这种逆转录需要人们发现这些变异,有意识地总结、记录,转化成文字符号,以文化基因的形式遗传。如果不转化成文字符号就不能遗传,至少不能长期遗传。

17.1.2 创新和选择

有些变异是创新,有些变异是退化。创新就是进化,进化就是创新,狭义进化和广义进化都是创新。不是所有的创新都能导致有序化、高级化,但没有创新就没有有序化和高级化。创新的失败率很高,要成功必须有足够的备选方案。要解释现有的生物为什么能够产生,就必须解释如何能提供足够的备选方案;要解释现有的社会系统为什么能够产生,就必须解释如何能提供足够的备选方案。生物的备选方案来自于过度繁殖和变异,社会的备选方案来自于文化基因的过度繁殖和文化创意,理论的进化就是理论的创新。

客观环境对于主观世界中的备选方案是无法选择的,那么怎么办呢?有两种选择方法,一种是意识指导行为之后,客观环境对行为进行选择;第二种是由人对意识和文化进行选择。人根据什么选择呢?根据逻辑。生物对于自己的遗传物质不能选择,自然选择完全是环境对生物的选择,而人类可以对自己的广义遗传物

质进行选择,可以接受或拒绝新的理论或艺术。所以生物的遗传物质只有一种选择方式,就是自然选择;人类的广义遗传物质有两种选择方式:社会选择和逻辑选择。

对于理论创新和其他文化创意的社会选择是指实践检验,一种理论或艺术在实践中应用之后,如果效果好,就会得到众人的认可;反之,如果效果不好,就会被人们抛弃,这种选择是社会选择。社会选择和逻辑选择都是由人完成的,对于理论创新和其他文化创意的逻辑选择是指运用逻辑判断的方法进行选择。理论的最终目的是指导实践使人能够趋利避害,所以逻辑选择中判断理论的有序度是否提高的依据是能否产生增进人的利益的新功能(害是负利益,避害也是使利益增大)。

逻辑有两个作用:第一是预测;第二是创新。运用逻辑进行检验主要就是指运用逻辑进行预测。哪些理论和行为能增进人的利益呢? 在理论和决策实行之前,只有通过预测才能知道。理论分为两种:实证理论和规范理论。规范理论在应用时直接影响人的利益,但实证理论与人的利益不直接相关。实证理论给人带来的利益是能使人作出更多、更准确的预测。实证理论中的所有因果关系都是逻辑关系。人为了能够趋利避害就必须采取正确的行为,为了使行为正确,就要正确决策;决策时必须有若干方案,而且每种方案中都必须预测行为与利益的关系。认识的目的是了解事物与人的利益之间的相互关系,以便根据已有事实和假设作出预测和决策。

在逻辑选择中实证理论的有序度的替代标准是逻辑统一和抽象程度。逻辑统一程度大的理论能使人作出更多、更准确的预测。预测功能相同的前提下,越简单的理论越有序,或者说抽象程度越大越有序。客观世界纷繁复杂,人无法认识所有的事物,理论可以让人减少认识的数量。例如,虽然我没见过非洲人、美洲人和爱斯基摩人,但理论让笔者能预测出他们也要劳动、娱乐和生儿育女。

理论就是抽象的认识，抽象程度越大，理论越简单，因此越有序。理论是客观事物的共性，理论越抽象，说明这种共性属于更多的事物。所以理论越抽象，在预测中起的作用越强。例如海王星、冥王星等很多天文发现都是在牛顿力学的指导下预测到的。

自从人类有了理性思维之后，人类的主观世界中形成了一种仿真系统。所谓仿真系统就是逻辑推理系统。人类在决策时要有备选方案，而新的备选方案就是创意，创意包括理论创新和其他文化创意，然后在主观世界里利用仿真系统试错和选择。创意即作为意识的备选方案的产生速度比基因变异的速度大大提高了，于是人类进化的速度也就大大提高了。

定理：创意和逻辑是使人类社会不断进化以及进化速度提高的关键。

柏拉图的著作是逻辑推理的杰作，从此奠定西方人崇尚逻辑的传统思维方式。中国的《论语》是感悟（主要是归纳）的杰作，但它是语录体，次序混乱，不讲逻辑，从此奠定中国人重感悟、轻逻辑的思维方式。逻辑是通过固定模式实现创新的途径，所以逻辑对于理论和实践都非常重要。但是在古代，逻辑的作用还不能充分体现出来，中国人靠感悟实现的创新非常多，让人觉得逻辑并不是必须的。理论发展到一定阶段以后，用逻辑实现创新的速度会突飞猛进，这时以感悟为主要思维方式的中国人就落后了。

在第 14 章 14.1.2 中曾提到世界进化的第四次飞跃是逻辑的产生和运用，这使文化的变异从自发的变成自觉的。感性思维是神经系统自发的变异，这种变异的速度虽然比基因变异快，但仍然是有限的。逻辑产生以后，创新就有可能摆脱随机方式的限制，使创新成功率大大提高。所以逻辑思维为文化进化的速度带来了无限提高的可能，现代人类文化的进步越来越多地依赖这种逻辑的创新功能。另一方面，人类编写计算机程序就是创造逻辑，当这些人造的逻辑具有检验、预测和创新功能以后，人工智能就产生了。

定义：人工智能是人造逻辑的检验、预测和创新功能。

由于生物不能加工和选择自己的遗传物质，必须依靠环境加工和选择，所以生物进化的速度很慢。人类能加工和选择自己的广义遗传物质，不完全依靠环境，所以人类进化的速度比生物快得多。逻辑选择部分取代社会选择使人类进化进一步加速。但逻辑选择的结果不一定与社会选择相符，可靠性不高，不能作为最终的检验标准。

科学实验是抽象的实践，或者说是不完整的实践。科学实验虽然不如逻辑的检验速度快，但与具体实践相比，可以大大加快检验的速度。但由于科学实验有抽象性和不完整性，所以也不能作为最终的检验标准。逻辑检验、抽象实践检验和具体实践检验三者相比，检验的可靠性依次提高，检验速度依次降低。

逻辑检验、抽象实践检验是科学技术理论研究和其他文化创作过程的主要内容，随着理论研究和分析判断能力的提高，人类运用逻辑和实验加工和选择广义遗传物质的速度会越来越快，可靠性越来越高，于是人类进化的速度也越来越快。科学技术理论研究和其他文化创作是人类加工和选择广义遗传物质的主要形式。

定理：科技理论研究和其他文化创作是人类社会不断进化以及加快进化速度的主要方式。

17.1.3　什么是学习

定义：狭义学习是建立与他人相同的意识。

平时所说的学习一般指狭义学习。学习就是意识或文化基因的传播，只不过学习和传播所指的角度不同。学习这个概念扩展以后，生物进化的过程、人类创新过程和人工智能自主进步的过程都可以称为学习。那么广义学习的含义是什么呢？

其实这种广义学习就是波普尔所说的知识增长过程，用公式表示为P1—TT—EE—P2，其中P1和P2代表问题，TT代表多重性的试探，EE代表自然选择或自主选择。

在生物进化的过程中，学习就是变异和自然选择，变异不是生物自主的试探，是盲目的客观性的试探，生物是否感觉到问题对于变异没有任何影响。所以问题不是必要的，只要有试探和选择就可以构成学习过程。对于生物的自然选择是淘汰、破坏或者叫排错的过程，这使大量生物死亡，要想继续试探必须有大量新的生物个体，所以生物的学习要以过度繁殖为条件。总之，在生物的学习的过程中，包括繁殖、变异和自然选择。

人类的学习也要以过度繁殖为条件，即要有文化的广泛传播，使很多人得到相同的意识。然后产生变异，形成试探性理论。试探性理论中大部分被证伪，包括自己证伪和他人证伪，没有被证伪的大部分也没有被他人接受，只有少数被他人接受并广泛传播。所以在人的学习过程中，包括广义繁殖、广义转录、广义变异、自主选择和社会选择。

1991年，《人工智能》(Artificial Intelligence)第47卷发表了人工智能基础专辑，指出人工智能研究的趋势。柯希(D. Kirsh)提出了人工智能的五个基本问题：

(1)知识与概念化是否是人工智能的核心?

(2)认知能力能否与载体分开来研究?

(3)认知的轨迹是否可用类自然语言来描述?

(4)学习能力能否与认知分开来研究?

(5)所有的认知是否有一种统一的结构?

不同学派对这些关键问题有不同的观点，下面是笔者对这些问题的解答。

波普尔的公式P1—TT—EE—P2可以适用于广义进化的各个阶段，对于人工智能来说，基因算法是这个公式的具体应用。这才是人工智能的核心，知识与概念化不是人工智能的核心。既然波普尔的公式适用于广义进化的各个阶段，包括人类认知能力和人工智能的认知能力，所以认知能力可以与载体分开研究，认知的轨

迹可用类自然语言来描述。

狭义学习是建立与他人相同的意识，广义的学习包括广义繁殖、广义转录、广义变异、自主选择和社会选择。认知是意识产生以后的学习，这个阶段里学习能力与认知能力是一回事，不能分开，但学习能力与认知过程可以分开。波普尔公式是对各个阶段学习过程的概括，而各个阶段学习的具体方式不同，各个阶段的学习能力不同。非生物和生物都只能依靠盲目的变异和自然选择，人类和人工智能可以自觉地变异，并且可以自主地选择。人类和人工智能的这种能力是它们的系统的功能，功能取决于结构。不管认知过程是否进行，人类和人工智能具有特定的系统结构，这就表明它们有自觉变异和自主选择的能力，所以学习能力与认知可以分开研究。

最后一个问题：所有的认知是否有一种统一的结构？有，就是波普尔的公式 P1—TT—EE—P2。

17.2 创新的意义

17.2.1 创新和生活节奏

经验曲线表明，不管做什么事情，在开始阶段效率都很低，成本都很高。随着经验的积累，效率逐渐提高，成本逐渐降低。成本降低的速度在开始时最快，后来逐渐变慢。为什么会有这种变化呢？因为在开始阶段需要创新，后来创新的成分越来越少，重复的成分越来越多，所以效率逐渐提高，成本逐渐降低。开始阶段成本高，说明每个人都善于重复，而不善于创新。

物以稀为贵，重复的成本低，价值也低；创新成本高，价值也高。对不同的人而言，创新的成本不同。对于大多数人很高，对有些人来说，成本不是太高，甚至很低。所以这些人的创新收益高，他们乐于以创新为业。创新者在社会中的地位也高，他们很容易成为名人，在国家、企业和各种社会组织中，居于统治地位的大部分是这种人。

唐朝的科举有明经科和进士科。你对古代经典很了解就可以考取明经科，而进士要考诗词歌赋，也就是要考你的创新才能。唐朝有句话：二十老明经，五十少进士。白居易27岁考取进士，在他那批人里是最年轻的，属于创新成本低的人。

20世纪80年代有一种观念，认为现代生活就是快节奏，将来生活节奏会越来越快。但后来生活节奏并没有继续加快，这种观点也就销声匿迹了。快节奏不是意味着高效率吗？为什么它不是现代生活的特点？原因在于实现高效率的关键是创新，快节奏不仅不能促进创新，而且还会阻碍甚至扼杀创新，创新大多是在人们身心放松的状态下实现的。所以现代生活的特点不应该是快节奏，现代生活的节奏应该越来越能满足人的身心需要和创新的需要。

胡皓在《自组织理论与社会发展研究》中提出了一些社会发展的模式，这些模式基本正确，但如何形成那些正反馈和负反馈结构呢？要靠创新，所以实现可持续发展的关键是创新。

17.2.2　民族的脊梁

什么样的人才能被称为民族的脊梁？一个农民一生都用传统的耕作方法在自己的一亩三分地上种粮食，可能他有顽强的毅力，在极端艰苦的条件下不懈地耕耘，养活一家老小。这样的人是不是我们民族的脊梁呢？不是，因为他不善于创新。

我们提到民族的脊梁，就会想到屈原、岳飞、王安石、周恩来等人。他们不仅有顽强的毅力，高尚的品德，而且有很多创新，他们必须运用自己的智慧解决很多难题。政治家站在风口浪尖上，不创新就无法应对变幻莫测的时局，所以政治家创新的能力丝毫不亚于科学家。在经济、科学、文化等领域的伟人也都是民族的脊梁。过去认为劳动最光荣，这种观念应该改变为创新最光荣。过去认为教育的作用是培养德、智、体、美全面发展的劳动者，应该改变为培养德、智、体、美全面发展的创新者和劳动者。

很多历史教材上只说人民群众是历史的主人，是历史的创造者，把统治阶级说成是寄生的、腐朽的阶级。其实这种观点是片面的。统治阶级的确有寄生、腐朽的一面，但也有进步的一面，也是推动历史前进的主要力量。统治阶级在政治、经济、军事、文化等各个方面有大量创新，统治阶级的地位给他们提供了创新的条件，这些创新是构建、完善社会系统的主要内容，对社会进化起到最重要的作用。屈原、岳飞等人都是统治阶级的成员，我们把他们称为民族的脊梁。

普通老百姓是不是没有创新呢？当然不是，治大国如烹小鲜，烹小鲜如治大国，做菜也需要创新。但是日常生活中的创新对于社会的进化作用总要小些。

而且，统治阶级是一个开放的阶级，统治阶级制定了科举制度和举荐贤才等制度，这样就使被统治阶级中的优秀分子不断地加入统治阶级的行列。所以在否定统治阶级的历史作用的时候，也会同时否定被统治阶级。

在资产阶级与无产阶级的地位问题上，过去同样也有一些片面的观点。资产阶级在企业的管理上有很多创新，这些创新也是构建、完善社会系统的主要内容。所以，资产阶级占有剩余价值有合理的一面。而且资产阶级也是开放的，无产阶级的优秀分子中有很多人都通过自己的努力变成了资产阶级。

现在人们都认识到，现代社会的竞争关键是人才的竞争，尤其是杰出人才的竞争。未来社会中，国与国的竞争、企业的竞争、科技的竞争都主要依靠杰出人才。其实古代也是一样，秦灭六国是因为秦国七代国君全都重视人才，商鞅、张仪、李斯等外来的杰出人才使秦国从一个小国变成华夏主宰。六国灭亡都是因为不重视人才，不但不引进人才，也不选拔、尊重自己的人才，甚至还不断地迫害人才，造成高端人才流失，其所犯错误都是不重视人才的结果，君主昏庸的主要表现也是不重视人才。如果能有一个国家像

秦国那样重视人才，那么秦国就很难统一六国。其他各个朝代以及世界各国的历史发展中，人才对于国家兴亡的重要意义也是一而再、再而三地显示出来。

为什么人才这么重要呢？这是因为人类社会的进化速度主要取决于意识创新和有序化的速度。

定义：人才就是那些善于创新和善于使意识有序化的人。

在人才的头脑中，能产生很多备选方案；而在一般人的头脑中备选方案少得多，一旦被否定就没有进化的可能了。人才不但善于创新，而且善于进行逻辑选择，这样他们头脑中留下的备选方案有序度就高得多，一旦进入实践领域就能很快带来社会的有序化。生物的变异是盲目的，人类的创新也不完全是自觉的，包括杰出人才的创新也有很多偶然的、感性的成分。但不管怎样，只要这些创新是有序的，就有可能促进社会的进化。所以人才，尤其是杰出人才是民族的脊梁，是世界进化的脊梁。

17.3 行为的创新和选择

17.3.1 运动是创新

运动能力是生物的重要功能之一，逐渐增强的运动能力是高级动物的主要特征之一。水生动物当中大部分是流线型，没有手脚，这些特征都是为了提高身体快速移动的能力。虽然手脚可以极大地提高生物趋利避害的能力，但是为了提高身体快速移动能力，也只好忍痛割爱了，由此可见，运动能力对于动物的重要性。

运动能力为什么这样重要呢？因为运动是一种创新。基因突变是生物的创新，但似乎没有人把运动当成一种创新。分子的组成、基因的排列、房屋的布置、机器零件的组装方式、社会组织的责、权、利关系等等都是结构，运动的物体之间的位置关系一般不被当成结构看待，其实这种位置关系也是结构。

任何结构，包括运动物质之间的位置关系都可以决定物质之间的相互作用关系。例如，手与火的位置关系能决定手是否会被

烫伤，鸟的飞行高度决定它能否发现猎物。不能运动的生物只能接受一种特定的位置关系，这种位置关系往往不利于它的生存。能够运动的生物可以改变自身与环境的位置关系，这种改变就是创造新的结构。除了生物整体的运动之外，生物的各种效应器官的运动也都是创新，包括人的所有劳动都是创新。重复性的运动可以产生不同的结果，这种运动的内容不是创新，但运动的结果是创新。

定义：效应器官是能够对外界事物产生影响以满足主体需要的器官。

效应器官的运动并不是都能满足主体的需要，如果效应器官的运动能满足主体更多的需要，生物就具有更多的生存优势，这样的效应器官就不容易被淘汰。

狭义的效应器官是指生物的手、脚、尾巴、头、颈等能有效地改变环境的器官，效应器官还可以扩展到除遗传物质之外的所有组织和器官。生物在进化的过程中，效应器官从无到有，从简单到复杂，功能越来越强大，并越来越多样。可以说生物进化在很大程度上就是效应器官的进化。

创新是复杂化，有些运动创新能带来新功能，能带来新功能的运动创新是有序的创新。基因突变是生物的创新，这种创新要接受自然的选择，运动这种创新也要接受自然的选择，走对了方向就能生存，飞进火里就被淘汰。但这里需要注意区分对运动的自然选择和对运动器官的自然选择。运动的效果取决于运动器官的结构，强大的运动器官可以有强大的创新能力，于是容易幸存，这种自然选择是对于运动器官的选择，也就是对基因突变的选择，不是对运动本身的选择。

植物的运动大部分是盲目的运动，例如，蒲公英随风飞舞。盲目的运动也可以提高生物的适应性，但如果运动成为反馈系统的组成部分，这时的运动就可能极大地提高生物的适应性非条件反射和

条件反射可以把行为纳入负反馈系统。在神经系统产生以前，向东还是向西这种具体的运动形式是偶然的，主要取决于环境。神经系统产生以后，生物逐渐具备了非条件反射和条件反射的功能，这些功能可以使生物对自己的运动作出选择。从此以后，生物运动这种创新要接受两种选择，生物自己的选择和自然的选择。

蒲公英随风飞舞的时候，风是环境对生物的一种刺激，随风飞舞是生物的反应。由于蒲公英没有非条件反射和条件反射的功能，所以它除了随风飞舞之外不能产生其他反应。狗有条件反射的功能，狗受到风的刺激时除了可能随风运动之外还可以作出其他反应，例如躲进洞里。所以非条件反射和条件反射的直接作用是增加了刺激与反应的对应关系的种类。

除了外界刺激可以引起非条件反射和条件反射之外，生物自身的结构和功能变化也可以作为刺激引起非条件反射和条件反射。例如，寒冷使蜥蜴体内蛋白质活性降低，这种变化作为一种刺激可以使蜥蜴改变运动方向。如果某个运动方向使蜥蜴体温升高，这个运动就被蜥蜴选择，如果某个运动方向没有使蜥蜴体温升高，这个运动就被蜥蜴放弃。这样非条件反射和条件反射与生物对行为的选择结合起来构成了一个负反馈系统，生物的运动就成为有目的的运动了。

运动的创新与基因的创新不同，记忆功能产生以前它不可累积，每一天生物都要重复以前的创新过程。当神经系统产生记忆功能以后，这种创新和选择的成果可以累积了，但不能遗传，每一代生物都要重复上一代的创新过程。等到语言和文字出现以后，这些创新和选择的成果才能通过广义遗传的方式得以累计。

17.3.2　工具是广义的效应器官

人类产生之后，人类的效应器官没有再继续进化，反而有很大的退化。因为人对自身的效应器官的依赖减少了，人越来越依赖工具。工具是人的广义的效应器官，人类产生之后，工具的进化代

替身体上的效应器官的进化。工具处于狭义效应器官和外部环境之间，所以工具既可以看作人的一部分，也可以看作环境的一部分。工具与人的狭义效应器官有明显区别，人的狭义效应器官的功能都受人的健康状况和寿命限制，而工具一般不受人的健康状况和寿命限制，从这一点上说，它们与环境的特征是一致的。

人的劳动产品有两种：工具和人造环境。

定义：工具是人制造的可以增强人的效应器官功能的物质。

生产资料基本上都属于人制造的工具，生活资料中有些是工具，另一些是人造环境。例如，汽车、炊具、洁具等是工具，人类生产和加工的食品、住房、家具等是人造环境。

人类劳动的目的是改造环境，使自己舒适、幸福，这种效果体现在两个方面——直接增进人的利益和减少获取利益的成本。例如，食品、房屋直接增进了人的利益，公路、桥梁则减少了人获取利益的成本。工具是改造环境的手段，工具的作用基本都是使人减少获取利益的成本，这是工具与环境的主要差别。他人对于主体来说，有时是环境，有时是工具，有时还可能变成主体的一部分。

人类的知识正在"爆炸"，知识"爆炸"导致广义繁殖信息传递率降低，现在通过教育提高信息传递率的希望越来越小。那么怎样才能解决知识"爆炸"的问题呢？办法有三个：第一，使用基因工程等技术强化大脑的功能，这是狭义进化的继续；第二，幼儿早期教育等教育方法的革命，这属于广义繁殖；第三，发明使用新的工具，这是效应器官的广义进化。

工具包括两类：自然工具和社会工具，社会工具主要指社会组织。解决知识"爆炸"的问题的自然工具主要是各种各样的专家系统软件；解决知识"爆炸"问题的社会工具主要是各种咨询机构和专家。强化大脑功能和教育方法的革命带来的收益都受到人的寿命限制，而工具可以在很大程度上摆脱人的寿命限制。

17.3.3 人类对行为的选择

被自然选择的生物的任何进化都有利于物种的存在，甚至经常以牺牲个体为代价维持物种的存在。对于人以外的任何生物而言，离开物种的存在，任何个体都没有意义和价值。

但是人就完全不同了，人的行为逐渐摆脱盲目的必然性，越来越多地依靠理性来决定行为。理性又以感性为基础，也就是以自我的情感利益为行为原则。个人的情感利益有些是与人类的共同利益一致的，但也有很多是矛盾的，所以人的行为往往会违背人类的共同利益。这样看来，人好像比低等生物还要愚蠢，这是什么原因呢?

人以外的生物当中，违背物种共同利益的行为当然也曾经出现过，但这必然使这个物种在生存竞争中处于劣势，物种的灾难也自然就使这种行为消失了。但是这个过程应该是很长的，几万年，几十万年在生物进化史上都是短暂的瞬间。而人类文明只有几千年的历史，所以这样的过程在人类文明的发展中几乎是不存在的，人类不能依靠自然选择消灭对本物种有害的行为。

那么人类如何杜绝违背人类共同利益的行为呢? 主要依靠人与人之间的相互制约，还有依靠理性，依靠自我否定。

如果一个人的行为危害了人类的短期利益，就必然意味着危害他人的利益，这时依靠人与人之间的相互制约可以制止这种行为。如果一个人的行为危害了人类的长远利益，如环境污染，这可能不会危害他人的眼前利益，这时只能依靠理性。如果理性不能制止这种行为，那么人类这个物种就危险了。

情感是一种激励，激励的作用就是让没有联系的利益和行为之间建立联系，形成一种负反馈。人的条件反射是以情感为中介的，刺激影响人的利益，利益的变化引起情感的变化，情感推动意识和决策，决策支配行为。婴儿受到刺激只会哭笑，因为当刺激影响婴儿的利益时能引起情感的变化，但情感还不能促成必要的意识和决策，决策也不能支配必要的行为。

生物体中有多重负反馈机制，于是生物的组成部分的利益就可以支配行为，成为生物生存的意义，所谓十指连心。社会的建立和发展也依靠各种反馈机制，但社会的利益尚未成为人生的意义。社会的道德、宗教都在促成这种转变，但社会的历史还太短，比生物进化的历史短多了，所以生物能做到的，社会还做不到。

第 18 章　社会组织的进化

定义：

1. 权力：一个人的行为意志支配他人行为的可能性。(18.2.2)

2. 管理：提高人类社会组织有序度的方式。(18.4.3)

定理：

1. 正确的责、权、利关系是提高组织效率的关键，权力关系是建立责任和利益关系的基本保障。(18.2.2)

2. 语言是人们改变他人行为的最主要方法。(18.3)

18.1　组织系统

进化使生物越来越复杂，最终产生了人类。人类产生以后，人类的进化主要体现在社会组织的进化上。生物从单细胞变成多细胞，然后细胞分化产生各种器官，而且器官的结构越来越复杂，功能越来越强大。但是生物器官的功能总是有限的，因此生物的体积就是有限的，不可能比鲸再大了。但是人类的组织产生以后，系统的规模就可以继续增大，由部落到国家，最后到联合国。生产方式由小农经济走向社会化大生产，由第一产业发展到第二、第三产业。新的产业具有新的功能，这种产业结构的变化是有序度增大的过程。同时，企业的规模由小变大，产生了很多垄断企业和垄断组织。大型企业和其他大型社会组织有自己的弱势，小型企业和其他小型社会组织有自己的优势（第 14 章 14.4.1 定理的推论 2），所以大企业与小企业会形成一种平衡状态，就像各种生物之

间相互平衡一样。其他社会组织也有从小到大的进化过程,不同规模和不同种类的组织也有相互平衡的变化过程。

社会组织的进化是生物进化的继续,是一个统一的进化过程的两个阶段,这两个阶段有很多共同的特点。生物有新陈代谢,一头奶牛吃的是草,产的是牛奶,同时也要排泄粪便。组织也有新陈代谢,企业要吃进原材料,生产出产品,同时也排出废物;政府需要输入办公设备、耗材、水电、信息,还有人力、财力等资源,输出指令、文件、行为,并排出废物。生物有再生功能,壁虎的尾巴掉了,可以再长出来。组织也有再生功能,设备出了问题,可以修复;成员辞职了,可以招聘新人。生物有感觉器官,组织有信息系统;生物有大脑,组织有管理机构。

前面曾经说过,高级生物的体内有多重负反馈,这些负反馈可以维持生物体内的结构稳定,并且保证生物实现特定的功能。一只狼在追赶兔子的时候,依靠负反馈系统调整奔跑的方向,这个负反馈系统由它的眼睛、大脑和四肢等器官组成。高级生物的结构非常复杂,如果离开了这些负反馈功能,生物的结构马上就会被破坏。再生、免疫等系统也是负反馈系统,像哺乳动物这样复杂的生物体内都有多重负反馈系统。

社会组织是复杂的系统,要想让社会组织具有稳定的结构和功能,就必须建立有效的负反馈系统。由于任何系统都有失效和低效的可能,所以要提高组织功能的可靠性一般必须建立多重负反馈回路。

例如企业有专门的检查监督机构,有针对内部和外部的信息系统,企业领导要经常听取下级的汇报,发现问题及时解决。现代企业的营销过程需要建立多重负反馈,"4R"营销理论包括与顾客建立关联、提高市场反应速度、关系营销和回报。这四种营销手段都是负反馈,尤其是提高市场反应速度。先进企业已从过去推测性商业模式,转移成高度回应需求的商业模式。反应机制为互动

与双赢、建立关联提供了基础和保证，同时也延伸和升华了“4C”所说的便利性。政府为了保证各部门的工作效率，都要建立检查和奖惩制度。但这些检查和奖惩经常达不到预期的效果，所以还需要有多重负反馈，包括群众监督和社会舆论的监督等。独裁制度的主要问题就是负反馈系统失效，群众和社会舆论反馈回来的意见无法改变政府的行为。

一个政府、企业或其他大型组织事务繁多，千头万绪，每一个环节都可能出问题。如果问题不及时解决，就有可能产生连锁效应，就像多米诺骨牌或者滚雪球一样形成正反馈，这样组织不仅不能健康发展，甚至连基本功能都保证不了。如果再受到外部的威胁，那就有可能引起系统的崩溃。系统崩溃对于生物来说就是死亡，对于企业来说就是破产，对于政府来说就是倒台。

中国古代社会被金观涛称为超稳定结构，他认为稳定的原因是中国古代社会有负反馈结构。其实只说它稳定并不准确，西方的那些小国也很稳定，中国也有战乱和朝代的灭亡。中国古代社会的真正特点是能够长期维持一个大帝国，分裂的时间远远少于统一的时间。

小国家的反馈系统比较简单，大国需要更复杂、功能更强大的负反馈系统。所以中国能够长期维持一个统一的大帝国，是因为它有更复杂、功能更强大的负反馈系统。分析中国古代社会应该主要分析它的负反馈系统为什么比西方国家强大，而不是分析它有没有负反馈系统。

那么如何生成强大的负反馈系统呢？前面说的检查监督机构和针对内部、外部的信息系统当然可以起到很大作用，但是远远不够。其实，每一个组织成员都是一个负反馈系统。每一个大系统都由若干子系统组成，子系统下面又有更小的子系统。大公司下面有分公司，分公司下面有车间、班组，班组当中有一个一个的职工，每一个职工、每一个工位都是一个子系统。大多数问题都是出

在这些子系统里面的，出了问题以后，如果职工认真负责，及时发现问题，及时解决或及时向上级反映，就可以把损失减到最小。但是如果职工没有积极性、主动性，工作只是敷衍了事，有了问题不解决、不汇报，就有可能产生连锁效应，其他组织也是一样。那么如何才能让员工具有主动性和积极性呢？这就要依靠组织文化建设，政府要努力进行全社会的道德风气建设，企业要进行企业文化建设。组织文化中包括各种制度和精神。

古希腊思想文化与中国春秋战国时期的思想文化同样卓越，古罗马帝国与中国秦汉同样强大和辽阔，然后古罗马与中国的三国、两晋几乎同时经受了北方民族的侵袭。东罗马也有过短暂的复兴，但是后来东西方的发展就背道而驰了，一个再创辉煌，一个没落千年。这个戏剧性的变化让古今中外的思想家们困惑不已，原因究竟在哪里呢？

笔者认为，最关键的是中国的科举制度。中国自隋唐开始的科举制度造就了一支优秀的官僚队伍，虽然官场腐败不可避免，但总有很多官员坚守儒家的传统信仰，为民做主，为民请命。有了他们的卓越贡献，乱世之后社会可以迅速走向复兴，昏君当道时，社会矛盾也可以得到很大缓解。科举制度还在全社会范围内树立了强大的尊师重教的社会风气。发达的教育事业使中国在隋唐以后的每一个朝代都拥有世界上人数最多、水平最高的知识分子队伍，即使他们不做官，每一个知识分子也都是一个负反馈子系统。无论是政府发动的社会变革当中，还是民间发起的改革和反抗运动当中，这些负反馈子系统都发挥决定性的作用，这是保证中国大一统的社会结构能不断延续的决定力量。

18.2　权力关系是组织的关键

组织的柔性是组织应对环境的能力，组织的柔性主要来自组织的负反馈功能，建立责、权、利关系是构造组织负反馈功能的主要方法，是激发人的积极性和创造性的主要手段。

如果组织结构不同，那么接受相同的输入，会产生不同的输出。例如输入都是竞争的压力，结构好的系统能把压力变成动力，结构不好就只能被压垮。20世纪初期中国是一盘散沙，那么大的国家，那么多人，谁也打不过，备受欺凌，又不停地打内战。关键是没有建立起一种好的结构，结构决定功能。古代中国很强大，不是散沙。后来结构不适应社会发展，就变成了一盘散沙。

当一群难民面对一伙强盗的时候，难民人数再多，也会四散奔逃。本来难民人数多，有可能战胜强盗，为什么不抵抗呢？原因是没有自信，而强盗很自信，他们相信自己的组织效率很高。难民没有自信一般是基于过去的经验，有人曾经抵抗，但其他人袖手旁观，于是抵抗必死。强盗在战斗中总是团结一致，于是无往不胜。这两种不同的行为是两种博弈的结果。

18.2.1　对囚徒困境的再认识

博弈论研究人与人之间在利益对立的情况下如何决策的问题，最著名的一个博弈案例是囚徒困境。所谓囚徒困境是这样一个故事：有两个罪犯是一伙的，被抓住以后关在两个牢房里，不能串供。每个罪犯都在想，我是招供好呢，还是不招供好呢？警察告诉他们：如果招供，就判一年徒刑，如果不招，被查明罪行属实，就判三年徒刑。但实际上还存在一种可能，就是查无实据，立即释放。于是两个囚犯的选择可以构成四种组合，如表18.1所示。

表18.1　囚徒困境

	甲招	甲不招
乙招	1,1	3,1
乙不招	1,3	0,0

对于甲来说，如果招供，肯定判1年；如果不招，有可能立即释放，也有可能判3年，这取决于乙，但乙会不会招供呢？不知道。甲不招供，好处大，但风险也大：“如果我不招，你招了，那我判3

年，你判1年，你得好处，责任都让我兜着，那不行。”所以甲这样比较之后，选择招供，乙也是一样。

作为旁观者，我们看这四种结局会认为，都不招对他们是最好的，但他们却不会选择这种结果。也就是说，囚徒博弈选择不到最好的结果，即达不到帕累托最优。为什么会这样呢？这是由囚徒之间的组织关系决定的。

对这个例子而言，如果两个人都不招供就能达到帕累托最优，但两个人之间没有义务关系，如果你害了我，我不能把你怎么样；我害了你，你也不能把我怎么样，因此决策时必然达不到帕累托最优。

甲如果想得到查无实据立即释放的结果需要两个条件：自己不招，乙也不招。自己不招这个行为可以受自己的决策支配，但乙不招这个行为不受甲的决策支配，决策与行为的联系中断了。如果两个囚犯之间有某种义务的关系，这个中断了的决策与行为的联系就有可能连接起来。但现在两个囚犯组成的这个系统当中，成员之间没有义务关系，于是造成这个系统的功能很差。

难民为什么不团结一致呢？原因也在于系统结构。难民作为一个人群，有一定的系统结构。在这个系统中人与人之间没有义务关系，见死不救不会承担任何责任。而强盗之间有义务关系，如果见死不救，就会被追究责任。所以说组织关系会影响博弈结果。

18.2.2　如何改变博弈结果

达到帕雷托最优的关键是让组织成员承担义务，那么怎么才能让组织成员承担义务呢？离不开强制手段，即惩罚，这是让组织成员承担义务的基本方法。在行为与利益之间建立因果关系的做法叫做激励，组织的效率取决于激励。激励既包括奖励制度也包括惩罚制度，这两方面都是保证组织效率的关键。奴隶只有义务和惩罚，没有权利和奖励，所以奴隶制度早晚会被淘汰。强盗在每次抢劫后都会分到好处，而且有权利要求别人给自己帮助。如果

每个组织成员都能享受足够的权力和利益，组织成员就会主动尽自己的义务，于是组织效率就很高；如果每个组织成员不能享受足够的权力和利益，组织成员尽自己义务的主动性就会降低，于是组织效率就会降低。

人在没有义务时，行为的原则都是自身利益最大化，承担义务似乎是否定这个原则。那么人为什么会否定这个原则呢？其实否定只是表面现象，如果承担义务会得到奖励，不承担义务会受到惩罚，那么承担义务可使自身利益最大化。奖惩制度使行为和利益的关系发生了变化，激励的本质就是改变每个人的行为与利益的关系。

但是怎样才能建立激励制度呢？激励制度的建立和执行需要权力保证。难民之中建立不起激励制度，是因为没有权力关系。形成权力关系是组织的基础，而且是最主要的基础。有了这些基础之后才可以进行其他组织设计。在第2章2.4.1中讲过，狭义的组织有两种含义：在人与人之间设置某种责、权、利的关系，或者是指具有这些关系的人群。正确的权力关系可以成为正确的责任和利益关系的有力保证，而正确的责任和利益关系却不一定能保证建立正确的权力关系。所以建立正确的权力关系，是形成高效组织的最重要的条件。

定义：权力是一个人的行为意志支配他人行为的可能性。

对于一个人或一个动物来说，行为意志与行为之间是天然联系的，这种联系自从神经系统产生之后就产生了。具有这种联系的生物具有生存优势，不具有这种联系的生物容易被淘汰，所以高级生物都具有这种联系。但是在组织当中，决策者和执行者不是一个人的时候，这种联系就中断了。建立这种联系的方法有三种：强迫、交换和仁爱，其中强迫往往是最简便、快捷的方法。所以需要经常采用强制的方法，权力往往是指建立行为意志和行为之间联系的强制方法。由于权力可以把组织成员的行为都与一个行为

意志联系起来，所以权力是组织形成合力的主要手段。

定理：正确的责、权、利关系是提高组织效率的关键，权力关系是建立责任和利益关系的基本保障。

权力关系就是政治关系，在社会中最大的权力是中央政府的权力，所以没有强大的中央政府，社会就不能形成有效的组织，还是一盘散沙。

很多组织包括政府组织和企业，失败的原因都是责、权、利不统一。例如，国有企业产权不清晰，企业搞不好，谁也不负责，谁也负不了责。再如，学生中的班干部一般都是只有责，没有权和利，或权、利很小。如果有责无权，大家各行其是，还是一盘散沙。但是反过来也不行，如果有权无责，没有人监督、制约和奖惩就会滥用职权。皇帝权力最大，谁也不能制约和奖惩他，所以每一个朝代都必然走向没落。有责有权，没有利也不行。人们为什么要工作，为什么要在各种组织里谋职，首先是要挣钱，养家糊口，不能希望每个人都是雷锋。改革开放之初，承包制获得了巨大的成功，企业后来也承包，就是要责、权、利统一，调动人们的积极性。

18.2.3　责、权、利的本质

任何一个复杂系统的生存都需要很多条件，复杂系统自身的功能是这些条件中的重要部分。如果复杂系统丧失了这些功能或这些功能不稳定，都会威胁复杂系统的生存。复杂系统要保持这些功能的稳定，必须建立很多负反馈系统。责、权、利是建立组织的关键，责、权、利的本质都是负反馈。

个人和社会组织的负反馈都包括这样一些环节：接受信息—分析判断—决策—行为—行为效果成为新的输入。人类社会组织中的负反馈系统往往由两人或多人组成，这就意味着行为意志的主体和行为主体的分离。如果行为意志不能变成行为，那么这个负反馈就被打断了，如果权力能把一个人的行为意志变成他人的行为，那么负反馈的链条就接通了，所以权力是实现控制的必要条

件。

每个人的意识对于他人而言都是一个黑箱，由多人组成的系统包括多个黑箱。所以对于由人组成的系统，人们很难建立它的模型，很难预测它的行为，也很难控制。人际关系很复杂就是因为他人的意识是黑箱。人际关系也很重要，因为由人组成的系统构成了我们的社会环境，也是我们重要的认识和改造对象。每一个主体要想趋利避害，都必须不断地改变他人的行为。

改变他人的行为有三种方法：强迫、交换和仁爱，仁爱其实是一种特殊的交换。如果人为地设定了权力关系，那么拥有权力的人可以很容易地采用强迫的方法改变他人的行为。反之，如果没有人为地设定权力关系，那么就必须用交换的方法，即必须付出。由于他人的意识是黑箱，所以付出的多少又往往是不可预测的，因此在没有设定权力关系的系统中，人们很难改变他人的行为。在由人组成的系统中，人的行为决定系统的功能，如果不能改变他人的行为，就可能降低系统的功能。所以在组织中，权力关系是决定组织效率的关键。

责任关系意味着如果你的行为效果达不到某种要求就要受到惩罚，这是一种负激励；利益关系意味着如果你的行为效果达到某种要求你就可以得到一定的奖励，这是一种正激励，负激励和正激励都是负反馈。责任和利益都是激励，组织的内容是建立责、权、利关系，长久不变的责、权、利关系就是制度。

人的意识中会产生各种各样的观念，哪种观念会保存下来或者占上风取决于自然选择。例如，在提倡奉献的社会里，奉献的观念会占上风。对于观念的自然选择取决于人们所处的自然环境和社会环境，在社会环境中主要取决于他人的态度。人们对于某件事情的态度取决于很多因素，人们的态度往往是不自觉的反应。而激励是一种自觉的态度，人们通过理性地设置激励来改变自然选择的结果，使那些对主体有利的观念保留下来。

古今中外形形色色的组织中恐怕找不到一个没有激励制度的组织，即使有也一定寿命很短，因此可以说激励制度是建立组织的必要条件。

激励制度的形式多种多样，有些效果好，有些效果差，好的激励制度能极大地提高组织的效率。例如，商鞅变法，废除世卿世禄制度，实行军功爵制，对老百姓实行连坐和告奸制度，这些制度使秦国从二流国家一跃成为最强大的国家。六国都没有实施这种改革，或者没有成功，于是六国的命运从这时起就已经注定了。即使六国不犯错误，也只能延缓被秦国灭掉的时间而已。

社会道德体系也是一种负反馈系统，只不过这种负反馈系统当中的激励是荣誉和耻辱。“不知羞耻”或“无耻”被人当成一种极端卑劣的品行，遭到所有人的鄙视，也就是说，社会提倡知耻。那么社会为什么要提倡知耻呢？社会要发展，必须提倡有益的行为，制止有害的行为。惩恶扬善有两种方法：物质激励和精神激励。在这两种方法中，物质激励的成本高，精神激励的成本低，所以精神激励是社会发展不可缺少的重要方法。但对于不知羞耻的人，无法使用精神激励方法达到激励的目的，所以社会必须提倡知耻。

18.3 民无信不立

人的行为的目的主要是改造客观环境，以增进人自身的利益。改造环境包括两个方面：改造自然和改造他人（包括社会）。改造他人的意思是指让他人的行为对主体有利。要改造他人的行为有两种方法：第一，用物理方法直接改变他人的行为，也就是强迫的方法。过去的奴隶主，现在的警察、军队可以采用这种方法，现在这种法制社会里，一般人都不能采用这种方法，因此只能采用第二种方法。其实，过去的奴隶主，皇帝采用强制的方法效果也是有限的，而且成本巨大，也需要采用第二种方法。

第二种方法是改变他人的意识，从而改变他人的行为。那么

怎么改变他人的意识呢？人的意识受很多因素影响，包括已有的意识、思维和环境，环境中包括他人的语言、行为和其他物质。所以人要改变他人的意识主要有三种方法：语言、行为和改变其他环境条件。这三种方法当中，语言的成本最小，内容最丰富。

定理：语言是人们改变他人行为的最主要方法。

使用语言改变他人的意识有两种结果：成功和失败。别人相信你的话，相应地改变了意识，就是成功；不相信你的话，就是失败。所以，如果没有信用，就是失去了通过语言改变他人意识和行为的途径。因为语言是人们改变他人行为的最主要方法，所以这样就很难改变他人的行为了。这样人就失去了一个谋取利益的主要手段，所以孔子说，民无信不立。

信包括对人的信任和对物质结构、社会结构的信任，这两种信任都不可缺少。当社会规则得到遵守、具有信用时，人们知道只要按照这些规则行动，就可以安全，就可以得到相应的利益。而当社会规则受到践踏、失去信用时，人们就会感到不安，因为不管你是否按照规则行动，都有可能大祸临头。每个人在行为之前，都要先预测行为的效果，而预测需要一个模型，社会规则是这个模型的组成部分。如果社会规则被践踏、失去信用，预测的模型就失效了，于是人们就无法预测，无法预测就会导致人们不作为或不积极。社会系统的维护和运行需要众人的劳动，如果大家不积极，社会系统就很难发展甚至无法维持。如果大家不作为，就更无法维持了。这是民无信不立的第二种含义。

决策是行为意志，行为的内容是改变物质结构。

定义：**决策**是改变物质结构的行为意志。

制定计划是一种决策，计划和其他决策的区别主要是计划的时间性。一项工作时间改变可能要影响很多其他工作。个人计划一般由本人执行，组织计划要由多个组织成员执行。不落实到人，计划就容易变成一纸空文。社会组织要发挥功能，要求很多人的

行为协调一致,如果组织者不能改变他人的行为,组织的很多功能就丧失了。组织成员同意执行计划,即按照组织计划制定或改变个人计划就是承诺。对人的信任就是认为他人在未来某个时间会履行承诺。信任是制定和有效实施计划的前提,没有信任就无法制定和有效实施计划。计划不能实施意味着不能有效地改造内外系统的结构,所以,信任是改造内外系统的结构和功能的必要条件,这是"民无信不立"的第三个含义。信仰是对某些重要事物的信任,所以信仰是让众人执行一项大计划的条件。

信仰、信念的作用是形成势力。如果形成一种公认的价值观,并且政府也遵循这种价值观,那么就形成一股非常强大的势力。相反,公认的价值观被破坏了,又没有建立另一个公认的价值观,每个人的价值观各不相同,就会形成很多股势力,谁也不占绝对优势。这样各种势力相互斗争就会出现混乱。所以,民无信不立的第四个意思是,一旦失去公认的价值观社会就会出现混乱。

另一方面,民无信不立也不是绝对的。战场上敌对双方绝对没有信义可言,但双方也可以谈判,并可能达成协议。所以,无信也可以立,只是很难立。

证明一个人可信都很难,证明多人可信就更难,因此群体的可信程度随这个群体人数的增加而急剧减小。例如参加高考的人数多,所以对考生就必须严加防范。因为高考的学生不可信,于是给社会增加了巨大的成本。

信的程度有大有小,幼儿对母亲是绝对信任的,五六十年代中国老百姓对毛主席、共产党是绝对信任的。但多数情况下,人与人之间都只有相对的信任,就连夫妻之间都只有相对的信任。相对信任当中信任的程度各不相同,信任的大小受很多因素影响。信任的程度会影响立的程度。

对乙来说,"甲的话可信"是一个命题,这个命题和其他任何命题一样需要证明。证明这个命题基本上无法使用演绎法,只能

使用归纳法，归纳的素材就是甲的言与行。甲的言与行都是甲的行为，受甲的意识支配，而乙根据这些素材进行推论的过程不受甲的支配，所以为了让乙把这个命题当成真理，甲必须努力控制自己的言行，这个过程是建立诚信的过程，孔子所说的信主要就是建立诚信。建立诚信就是改变他人的观念，属于改造环境的过程。归纳的命题不容易证实，很容易证伪。因此建立诚信很难，失去诚信很容易。二战后期，罗斯福把中国的土地出卖给苏联以后，他说：我们美国没有失去任何东西。其实他失去了信义，也就是恶化了环境，使自己此前改造环境的努力付诸东流了。

18.4 社会组织的进化

18.4.1 社会历史的发展形式

所谓社会历史的发展就是指社会系统的不断扩大并复杂和有序化。说某项事业发扬光大也是指某个社会系统的不断扩大并复杂和有序化。

不要一味地批判古代那些朝代的腐朽黑暗，不要一味地批判古代那些帝王将相的愚昧落后。历史上所有的历史实践和历史人物都处在一个伟大的社会系统进化过程之中，都是这个进化过程中不断试错的内容，是前进中的问题。没有秦始皇的暴政，就没有文景之治；没有隋炀帝，就没有李世民。历史中有很多内容是盲目变异的结果，也有很多是自觉变异的结果，社会进化是对这些变异进行选择的结果。

如前所述，自然选择就是破坏，把功能差的系统摧毁，自然选择本身没有一点建设的作用。所以如果只有自然选择而没有过度繁殖和变异的话，就不会有进化。社会系统的进化也是一样，既要有自然选择，也要有过度繁殖和变异。社会系统的过度繁殖就是社会理论的传播，然后在这些社会理论的指导下建立社会组织，小的系统会长成大的系统并不断地变异。

社会进化还需要另一个条件，就是自然选择对于社会进化有

偏爱。一个大的社会系统崩溃之前,人们憎恨它的腐败,会团结一致把它推翻。而这个大的社会系统崩溃以后,人们又会深刻感到社会大系统的巨大意义,发现没有这样的社会大系统不行,所以人们会主动支持那些小的社会系统生长成大系统。而且受到支持的小系统往往不止一个,这样就会有多个小系统同时成长起来,然后,在这些系统之间进行新的选择。在选择的过程中,具有优势变异的系统可以使用上层资源,因而具有生存优势。

高级生物的负反馈功能比低级生物的负反馈功能多而且优,这些新的功能的产生都是偶然变异中产生的,不知道会在哪个角落、会在什么时间产生。各种社会组织也在不断创新,不知道在哪个角落、在什么时间就会产生一个新的拥有高级负反馈功能的组织。

由于生物的淘汰率很高,所以具有优良性状的生物会在生存竞争中很快战胜其他生物,然后其数量激增,夺取大量资源。尤其是环境条件变差,出现生态灾难时,这种斗争就更加激烈,新旧更替更加迅速。人类社会组织的淘汰率也很高,以政治组织为例。群雄并起时,大部分组织都迅速被淘汰,包括战争中或竞选中被淘汰。

18.4.2　对历史的评价

每一个国家的历史都充满曲折,有时文明飞速进步,有时停滞不前,有时又会急剧倒退。那么用什么标准来评价社会进步的状况和程度呢？有很多指标,如国家的疆域、政治体制、经济、军事、科技、艺术的水平等。但各个国家或朝代往往各有所长,有的疆域很大,但经济、科技水平很低,如13世纪的蒙古帝国;有的科技、艺术发达,但国家地域狭小、政治、军事力量薄弱,如古希腊的雅典。那么到底什么才是评价社会进化的根本指标呢?

要解决这个问题,我们首先必须明确我们寻找这个指标的目的是什么。我们做一切事情,包括研究历史,都是想让人们生活得

越来越幸福。如果我们想评价每个历史时期人们的生活水平，那么只要有经济和艺术的指标就可以了。但是人们的生活质量的变化与很多因素有关，包括政治体制、经济、军事、科技、艺术的水平等。研究历史是为了总结历史的经验教训，找到让人民生活幸福的方法，评价历史主要是评价各个时期这些方法的运用水平。过去人们认为政治体制、经济、军事、科技、艺术的水平等都是提高人民生活质量的方法，不知道如何区分主次，所以当这些指标不一致的时候就不好办了。现在，广义进化理论的发展使我们有可能解决这个问题。人类社会的进化主要是社会组织的进化，提高人民生活质量主要依靠社会组织的功能。所以评价各个历史时期文明发展的水平应该主要看社会组织的复杂和有序的程度。

18.4.3 管理的定义和地位

人类出现以后，世界进化的主要方式是组织的进化。对于任何系统来说，复杂化的进程要想继续都要求系统有序的程度不断提高。社会组织也是一样，组织要想不断扩大，就必须提高有序度，而提高人类组织有序度的方法就是管理。组织的变异主要体现为管理理论和管理实践的发展。

定义：管理是提高人类社会组织有序度的方式。

所以管理是人类产生以后，世界进化的最主要的手段之一，可以说没有管理就没有人类社会的进化。人类社会的系统有很多种，包括政治、经济、军事、艺术、科技等各种系统，但任何一种系统的进化都要以管理为主要手段。人们在组织之外也可以从事各种活动，但在人类社会已经建立一定规模的组织之后，组织之外的这些活动多数都不可能提高世界的复杂和有序的程度。只有这些活动与管理相结合，才能推动世界的进化，这是广义的社会化大生产的含义

第19章　人工智能

定理：

任何一个社会，只要它有多个成员组成，经过一段时间的发展，都必然会形成与人为善的社会观念，并且会逐渐占据支配地位。（19.4.4）

19.1　问题的提出

19.1.1　人工智能的过去和未来

人工智能的研究已经60年了，世界各国最优秀的科学家付出了巨大的努力，但人工智能什么时候能超越人类智能，在前50年里始终看不到明确的希望。20世纪五六十年代的乐观局面只维持了很短的时间，机器翻译遇到了麻烦，跳棋程序到了一定的程度也不再提高了，通用解题程序发生了不可逾越的困难，而归结方法也难以克服"组合爆炸"。人工智能的研究走入低谷。70年代以后，专家系统、定理机器证明、自然语言理解、计算机视觉、程序自动生成、机器学习及许多实际的应用研究取得了显著的成绩。但是各种知识库系统真正达到预期水平和付诸应用的比例不高，整个学科的基础研究也没有突破性进展，日本投入巨资的"五代机"研制最后宣告失败。于是很多人对人工智能的未来持悲观态度。

后来终于打破了僵局，人工智能的发展突然变得无限光明，人工智能有可能得到突飞猛进的发展。打破僵局的是一个什么样的神奇方法呢？其实，这是一个非常简单的方法，简单得让人吃惊，它就是基因算法。这个方法不仅能让人工智能突飞猛进，而且能

让人工智能远远超越人类智能，甚至这种超越让人不寒而栗。

对人工智能超越和侵害人类的担心、争论已经持续了20多年，但过去对人工智能的担忧都缺乏有力的证据，不知道人工智能如何能够超越人类智能。当雨果·德·加里斯教授的书出版之后，“狼”真的来了。

在《智能简史》（雨果·德·加里斯，2007）一书中，加里斯对于人工智能机器（artilect）的发展及其影响作了精辟的阐述，为了让未读此书的朋友有所了解，笔者下面先对加里斯的主要论点作简单叙述。他首先综述了支持人工智能发展的关键技术，这些关键技术及其意义主要有：

（1）遗传算法可以让神经网络自己进化，甚至可以完全脱离人的指导，通过这种方法，神经网络已经达到了小猫的智力水平。只要计算速度不断提高，人工智能就可以无限制地进化。

（2）摩尔定律指出，集成电路或者芯片的运算能力每年增加一倍。摩尔定律在过去的40年一直有效，这样在不久的将来，计算机的运算速度将达到天文数字，人工智能的水平将达到人类的万亿个万亿倍，如果你还记得前面讲过的国际象棋的例子（第5章5.3.4），你就会知道这个数字有多大。

（3）“量子计算”可以把计算速度再增大亿万倍。

（4）可逆计算使制造小行星一样的超大计算机成为可能。

（5）纳米技术使人能随意组装分子和原子，以垃圾为原料繁殖出无数机器人，还可以和生物工程一起破解人类大脑的思维方式。

（6）费米科技是原子核和夸克级工程，又会给计算速度的提高带来无限的可能性等。

加里斯综述完这些技术之后得出一个结论：50年或100年以后，人类将无法控制人工智能，因此可能出现巨大的危机——人工智能可能会因为我们无法了解的原因而灭绝人类。乔治·D和莫

拉维奇也相信我们可能不会在遭遇到占优势的机器人种族时幸存下来，即使我们能用某种技术措施建立一条防线，开发其技术的副作用也像我们极力防御的技术一样危险。

19.1.2 地球主义宣言

比尔·乔伊是Sun Microsystems公司的首席科学家，他2000年撰写的论文《为什么未来不需要我们?》(Why the future doesn't need us)在《连线》(Wired)发表后引起强烈反响。比尔·乔伊在分析了技术进步带来的各种可能前景和人类的各种对策之后认为："以上可能发生的事情要不就是我们极力反对的，要不就是我们不能完成的，或者两者皆是。在我看来，唯一现实的选择就是放弃、限制那些太过危险的技术研发，限制我们对此类知识的追求。"这就是地球主义者的主张，他们这样说不是故意反对进化和进步，而是找不到别的办法。比尔·乔伊说："是的，我的确知道知识有助于我们，特别是发现真理的探索。我们从远古时代就开始寻找知识。亚里士多德在其《形而上学》中开篇明义：'人天生求知。'在近代，我们开始崇拜科学知识。但是，忽视有力的历史教训，允许自己获取并无限制发展知识，就会使我们陷入物种灭绝的境地，而常识要求我们再次检验甚至很基本的、长久以来奉为圭臬的信念。我们每个人都在寻求快乐，但对此值得发出疑问：我们是否要冒全军覆灭的危险来攫取更多的知识或财富；我们的物质需求是有限的，这是尽人皆知的常识，并且我们都知道某些知识很危险，必须被放弃。我们不应当对这些危险的知识付出代价，不应当对与之同步增长的灭绝危险视而不见，不应当不顾这一切而去追求永生不死。永生不死，也许是我们最初的乌托邦梦想之一，但肯定不是我们唯一的梦想。

然后，比尔·乔伊分析了放弃这些知识的可能性："此时此刻，只是我们的恶习、我们的欲望、我们的经济体系，我们的竞争在驱使着我们，在处理核武器的威胁时，我们经常对自己、对别人撒

下弥天大谎。我们正被推入一个新世纪，没计划、没控制、没刹车。我们已经深陷泥潭了吗？虽然我并不这样认为，但目前我们没有努力自救，最后用来确保我们能够走上正确道路的机会已经在快速远去。事实证明，真正放弃危险技术将是件非常困难的任务，但并不是不能解决的问题。20个世纪，我们在处理大规模杀伤性武器上的尝试提供了一个光明的先例以供我们参考：美国在没有任何先决条件的情况下单方面放弃了生物武器的开发。这一行动来自于这样的现实状况：当费尽心机开发出恐怖的武器，却有可能被人很容易地复制并流入到无赖国家或恐怖组织手中。”

从比尔·乔伊的这些话里我们可以看到地球主义者的主张义正词严，因此一定会得到很多人的响应。但宇宙主义者也很强大，宇宙主义者就是支持人工智能的人。加里斯认为，面对这样的前景人类将分为两派：地球主义者反对制造人工智能，宇宙主义者坚持制造人工智能，他们之间的矛盾将激化并导致战争。

对于比尔·乔伊和加里斯等人的观点，我们首先应该认真对待，不能把这当成科幻小说。计算机和人工智能的飞速发展已经有目共睹，随后产生的问题我们也必须面对，无视或者回避的态度都违背科学精神。科学研究的主要目的就是预见未来，而当一种新的可能性提出来时，即使它很荒谬，我们也应该认真地对待，找出反对它的确切理由，而不能一笑了之。

笔者认为加里斯教授对于技术前景的预计让人信服，但灭绝人类和人类战争的预测有逻辑上的缺陷。即使真有危险，也不可能停止制造人工智能，既不应该，也不可能。相反，人们会争先恐后地研制和采用人工智能。在2030年以前，人工智能也许不会有什么实际用途，但到了2040年左右，每个人都会相信一句话：拥有人工智能，就可以拥有一切。

19.1.3 正反馈造就人工智能的突变

加里斯的人工智能研究主要采用基因算法，或称作进化工程

方法,即“变异—选择—繁殖”的方法,这种方法在每次选择之后都让被选择的比特串大量复制,所以这种方法就是正反馈(基因算法详见第13章13.6)

世界的进化总体上是指数增长。宇宙的寿命是150亿年,生命产生于38亿年前,低级生物的进化早期也以亿年为单位。而人类的产生是以百万年为单位,近代科技只有数百年。所以整个世界进化的指数增长趋势是非常明显的,而且指数增长无疑还将会继续下去。继续下去会是一个什么样子呢?以前没有人提出一种具体的假说,只有加里斯的预测才与这个趋势相符:计算机技术产生了按摩尔定律形式的增长,这种指数增长很快就会导致计算机运算能力的爆炸性的突变,同时为人工智能的爆炸性的发展提供条件。

世界的进化从来都不是非常规则的指数增长,在某些阶段会有一些突变。例如宇宙大爆炸、寒武纪生物大爆发、古代四大文明以及当代的知识“爆炸”。这样的突变都有其发生的必然性,今后一定还会有更大的突变,这个突变应该就是人工智能。

19.2　控制机器人

为什么说灭绝人类的预言有逻辑上的缺陷呢?本节和下一节中笔者将对此作详细的分析。

19.2.1　机器人是白箱

即使机器人真的比人聪明亿万倍,这种机器人也不会在一夜之中产生,总会有一个过程。加里斯说人站在未来人工智能面前就像蚊子在人面前一样,但笔者认为人与蚊子完全不同,与牛、马也完全不同,人能预见到各种潜在的危险,一旦人预见到危险就会想办法防患于未然。所以等不到机器人有足够的能力灭绝人类,人类就会先下手。

先下手不是指消灭所有的机器人,而是消灭那些对人类有害的机器人。有害的机器人那么聪明,人怎么可能消灭他们呢?机

器人不止一个,也不是都一样。人一定能造出很多善良的机器人,人做不到的事情可以让他们去做。

加里斯认为,为了制造超级人工智能,必须使用"变异—测试—选择"的进化工程方法,没有第二种方法,这种方法得到的人工智能的行为不可预测,而且它们会出乎意料地爆发成超级智慧,因此难以为人控制,就连出厂前的测试都不可靠。

笔者认为加里斯的这种说法不正确,人工智能的"变异—测试—选择"的程序是确定的,选择的标准也是确定的,对于现有的人工智能来说,这些程序和标准都是人为设定的。"变异—测试—选择"的结果是可读的比特串,人可以随时调出所有的数据,所以整个人工智能是一个白箱。要了解白箱的结构与功能之间的关系非常容易,就像了解汽车的部件结构与性能之间的关系一样。物理学的主要用途就是了解白箱结构与功能的关系,虽然这是科学家们几百年努力的结果,但这毕竟是可能的。人的大脑至今仍然是个黑箱,我们无法了解大脑的确切结构和功能,即使这样我们还是可以比较准确地预测人的行为。既然人工智能是白箱,那么人就可以像控制任何一台机器一样完全控制它们。

那么怎样了解这个白箱呢?我们先通过进化工程方法让人工智能输出一个信息,例如"前进",这时我们读取每一个神经元的权值,这些权值构成一个集合。如果人工智能由10亿个神经元组成,这个集合就有10亿个数值。然后再得到一个"后退"集合,这时我们可以把这两个集合进行比较。比较20亿个数值是不是很难?不难,只要编一个很简单的程序,计算机就可以很快把这件事做好。通过比较可以发现,"前进"集合与"后退"集合有什么差别,这种差别一定不大,可能是100个数值的差别,或者是1000个数值的差别。其实这就是科学实验的一般方法:控制实验条件,进行对比分析。因为人工智能是个白箱,可以随时观察,因此可以应用科学实验和对比分析的一般方法理解它,而对于人的大脑就不

行。

通过多次进行这种比较，我们就可以完全理解人工智能。我们可以了解“忠实”集合与“欺骗”集合的差别，“保护人类”与“毁灭人类”的差别，当我们对人工智能产生怀疑的时候，就把有关的神经元数值调出来察看，也可以随时监督这些神经元的取值。还可以输入一些命令，把“忠诚”、“保护人类”等作为优选数值，把“欺骗”、“毁灭人类”等作为禁取数值，这样就可以实现对人工智能的控制了。

对于概念的解释就是用已知的概念表示未知的概念。对于某一类事物的解释首先要找到这类事物的共性，然后用已知的概念去表示这种共性。对于某一个具体事物的解释则是找出这个事物与其他各类事物的关系。不够完备、不够彻底的解释往往也能使人理解，人还不知道生命的定义和本质的时候，人们就能用生命这个概念去解释动物、植物和很多其他事物；人们没有解开人类的起源之谜，也不知道智慧的本质和来源，但人们知道什么是男人、女人、凡人、神人。当人类面对一大堆神经元权重数组时，人们不需要了解每一个权重的含义，只要在两个或多个数组之间做些比较往往就可以理解它们了。

一个外行人不懂C语言，看不懂程序，但可能会看懂程序的框图。框图就是对程序的解释，因为框图使用的符号都是外行人知道的符号。人工智能的内部结构是个白箱，人类完全可以把它的结构用一些形象的符号表示出来。

同时也不应该低估人类的潜能。创造知识的过程很难，但学习知识的过程要容易得多。我们一般人不能创造相对论，但可以理解和运用相对论。现在的科学家创造知识的能力对于古代人来说就是超级智能，但这些超级智能的成果完全可以被年轻的学生们学会，越高深的知识往往越容易学习。所以，即使将来超级人工智能远远超越了人类的智能，人类也能掌握它们创造的成果。史

何况很多真理是长久不变的，两千年前的很多理论今天仍然适用，乡间农夫和国家主席的基本价值观没有多少差别，今天创立的很多学说超级人工智能也无法反对。

如果人工智能出乎意料地爆发成超级智慧，人还能控制吗？面对这种爆发，人类确实无法对付，但是如果用人工智能来控制人工智能，这种爆发就不可怕了。因为作为控制工具的人工智能也会爆发，它们的进化速度与被控制的人工智能之间处于同一个数量级，所以这种爆发并不可怕。现在的生产力发展速度对于恐龙和猿人来说都是爆发，但各个国家之间的发展速度相比就不是爆发，处于同一个数量级。

19.2.2　利用机器人

现在的机器人是没有欲望的，它们只知道完成外来的任务，不会为了自身的利益主动给自己增加任务。人为什么有欲望呢？低级生物没有欲望，它们是纯粹的机器。欲望和情感是由内分泌系统控制的，内分泌系统分泌的内啡肽和多巴胺之类的化学物质会使神经系统产生兴奋。这些物质在进化早期产生的时候，多数生物的内分泌功能与生物的利益没有关系，只有少数生物有关系。例如，当他们看到猎物时会分泌较多的内啡肽或多巴胺，这样他们的捕猎行动就会很迅速，其他生物看到猎物时，就没有这种反应，没有反应的生物容易被自然淘汰。所以高级生物和人的欲望是自然选择的结果，活下来的高级动物都有欲望和情感。

将来机器人的数量增多了，也会有些机器人产生私欲，未来的机器人会比人聪明亿万倍，这样的机器人有可能挣脱人的控制。然后这些机器人为了争夺资源会排挤其他机器人。但是这些机器人会不会取代所有其他的机器人呢？

可能性不大。在人类和其他高级生物进化的过程中，自然选择使有欲望的生物战胜了没有欲望的生物，但是这个自然选择的过程是不受干预地进行的。而两种机器人之间发生了矛盾的时

候,人类必然出面干预。所以历史应该不会重演,自然选择早已被人工选择取代,人类一定会选择毫不利己、专门利人的机器人,或者选择利己更利人的机器人,这样的机器人一定是人的牛马。

人会使用工具,现代人与古人相比,主要的进步都是使用工具的结果,使用工具这种特长已经把人变成了超人,未来人类的超能力也是无可限量的。

舍己利人的机器人会不会比较笨呢?不会。欲望与智慧是相对独立的,对人来说,私欲是增长智慧的必要条件,因为私欲可以使人和其他高级动物增加行为,以获取自身需要的资源。在行动的过程中会有很多困难,没有强烈的欲望,就没有行为的动力。但对于人工智能机器就完全不同了,人类可以给他们足够的动力,所以,他们私欲较少时也能获得足够的生存资源。人类在研制机器人的时候可以把利益与机器人的神经网络系统的兴奋联系起来。但在连接时不仅把机器人的利益,也把人类的利益与机器人的神经网络系统的兴奋联系起来,而且把人类利益的权重设成最高值。这样的机器人,也可以比人聪明亿万倍,但它们甘心情愿受人奴役。舍己为人的人工智能机器是人类忠实的奴仆,有了这些忠实的奴仆,人类还怕谁呢?如果我们自毁长城,一旦恐怖主义分子拥有了超级人工智能,我们就没有反抗之力了。

19.2.3 法、术、势

如果机器人的智慧是指数增长的,人对机器人的控制能维持多长时间呢?只依靠人来控制机器人,这种控制当然维持不了几天。但人可以依靠机器人去控制机器人,即用那些可靠的机器人去控制其他机器人。由于可靠的机器人有无限的智能,所以它知道如何有效地控制。完全可以实现随时随地的和所有细节的控制,随时清除不忠诚的机器人。忠实的机器人之间也要不断地自查和互查。这些可靠的机器人也在不断进化,它们还可以把超过自己的机器人的智能取过来,或者把它们杀死。

利用工具是人类进化的主要方式，利用机器人是这种方式的继续。加里斯只把机器人的智慧当成威胁，而没有把它们当成我们克服困难的有力武器。

人工智能是全新的事物，但古老的控制理论仍然有效。两千年以前韩非子提出法、术、势的治国之道，后来历朝历代的实践又使它不断丰富发展，这些古老的理论在今天仍然十分有效。

治国与控制人工智能非常相似。皇帝是一个人，公卿大臣众多，下级官员、普通百姓更多。在这些人中间，智慧超过皇帝的数不胜数，不管这位皇帝是秦皇汉武、还是唐宗宋祖，都不可能是最杰出的，而那些聪明人联合起来力量就更大了。但是不管皇帝与这些人和集团的智力相差多少，只要皇帝能正确运用治国之道，就可以维持自己的统治。当现代科技飞速发展时，专家治国论曾经大行其道，但现在看来专家治国论并不正确，技术再复杂，应用得再多也不能代替政治。国家还是依靠政治家统治，还是依靠民主、法、术、势和半部论语。

治国之道是不是高深莫测呢？不是，治大国如烹小鲜，虽然法、术、势的理论有很多历史局限，但是只要我们认真地研究，就不难从中找到一套科学的理论。普通老百姓一般不懂政治，但在民主国家里，人民能够主宰国家的命运。民主制度把复杂的政治问题变成简单选择的问题，政党之间的争论让人民能够清楚地了解复杂问题的关键。如果把统治者换成人工智能，他们负责面对那些复杂的问题，不同的人工智能之间的争论可以让人类清楚地了解复杂问题的关键，然后把复杂的政治、经济、军事、文化问题变成简单的选择问题，人类就可以轻松地控制人工智能。

把治国之道用在人工智能上，需要有些变化，但不会变很多。只要我们不像历史上那些昏君一样贪图安逸、失去理智、听信谗言、杀害忠良，那么人工智能即使是神，也能被人控制，并且这种控制能让人变成真正的神。

这种控制有风险吗？当然有。权臣辅佐幼主的时候，是效忠到底还是取而代之，只是一念之差。事后我们才知道谁是忠臣，谁是奸臣，事前连荀彧那么聪明的人也看不出曹操的真实用心。机器人和人不同，人是黑箱，知人知面不知心，机器人是白箱，随时可以把心挖出来看个究竟。

19.3 半机器人

人用知识武装自己只是改造自我的第一步，人还能开发自己的大脑，人的大脑的潜能还十分巨大。

同时，人还可以用芯片改造自己的大脑，这样人可以比以前聪明亿万倍，这就是加里斯所说的成为半机器人。未来的人类与现在的人类相比，会聪明多少倍是无法估计的。但加里斯对这种前景也很担心，他认为："在半机器人进化发展的过程中将会有国际上的差异。半机器人和人类的融合将会产生很多问题，并且只会让地球主义者的恐惧加剧。"

笔者认为加里斯的担心没有道理，国际上的差异始终存在，不足为怪。而且，半机器人和人类的融合问题再多，也是人类内部的问题，不可能导致人类的灭亡。

有一位读者提出，可以通过科技的普及让大多数人选择"宇宙主义者"，这样就没有人类之间的可怕纷争；人类按照年龄接种芯片，而且给机器人加上类似耶稣和释迦牟尼的境界这样的元素。加里斯认为这种理想在实际中实现非常复杂，人类很难照这种理想的设想发展。笔者觉得这位读者的设想完全可以实现，有困难怕什么？凭人类现有的智慧就已经普及了生态平衡的观念，再加上机器人的智慧还有什么不能实现呢？

19.3.1 对半机器人的排斥

加里斯认为："一颗糖粒大小的人工脑潜在的计算能力可能比人类大脑的计算能力要高几十亿倍。对于地球主义者来说，让这样的一个颗粒融入人脑而使之成为半机器人，是'伪装成人类

的人工智能机器'。地球主义者会像对待人工智能机器一样仇恨半机器人,并且会把他们两者都消灭掉。"

要解决这个问题,首先要明确生物和机器到底有什么区别,以及人脑和人工智能到底有什么区别。笔者认为,生物和非生物的本质区别是能否自复制,即能否繁殖。如果机器能够自复制,那么我们就不能再把它们当成机器,而应该把它们当成生物。人脑和人工智能的区别是欲望和情感,如果一个能自复制的机器人有了欲望和情感,我们就应该把它当成飞禽走兽,如果这样的机器人有人一样的或比人更高的智能,那么我们就应该把它们当成人。

人工脑本身不会自复制,把它融入人脑以后,它也不会繁殖,繁殖仍然是人的功能,所以人工脑本身不是生物,半机器人是人而不是机器。那么人工脑有没有欲望和情感呢?如果没有,那么人工脑就完全是人的工具,地球主义者没有任何理由排斥半机器人。

如果人工脑有欲望和情感会怎么样呢?正常人的欲望主要是满足自身的利益:身体健康、避开各种危险、满足口腹快感、婚姻、家庭、友谊、地位、自我实现等。如果人工脑的欲望和情感也是这些内容,那么也可以说明它是人的工具,因为这些内容很多都不属于人工脑的利益,而是属于人工脑所寄生的人体的利益。如果人工脑的欲望与人的身体的利益矛盾,那么人体就不能生存,人工脑也随即失去了宿主,人工脑自己的欲望也就无法实现了。

总之,不管人工脑有没有欲望和情感,人工脑都是人的工具,不会反客为主,半机器人一定是人,不是机器。讲清楚这个道理,地球主义者应该可以认同和接受半机器人。如果地球主义者顽固地排斥甚至杀戮半机器人,那么他们就陷自己于不义了。不义的行为不仅会遭到半机器人的反对,也会遭到人的反对。在民主的社会里,这样的问题可以用民主和法制来解决,即使双方旗鼓相当,只差一票,也可以分出多数与少数,不必用战争解决。在西方国家里少数服从多数的观念已经经历了很多次考验,对这样的问

题不应该过于担心。

更重要的是，半机器人有一个渐进的过程，开始时的半机器人智能并不能大幅度地超过普通人，所以地球主义者不可能排斥他们。当大家已经适应了半机器人以后，更加聪明的半机器人就可以与地球主义者和平共处了。

19.3.2 新生

试想一下，将来在你我的身体里植入一个芯片，会带来什么样的变化呢？今天我们面对知识爆炸束手无策，为了磨炼意志受尽煎熬，为了表现出友善极力克制私欲。将来这些痛苦就都不存在了，一个芯片可以让我们掌握人类所有的知识，具有钢铁般的意志，而且拥有最高尚的品德。你、我都能变成爱因斯坦、周恩来和雷锋，至少不用再为找工作烦恼，不用为儿女教育发愁，不用为处理人际关系煞费苦心。

地球主义者排斥半机器人可能出于这样一种心理：在大脑中植入一个芯片以后，我再也不是“我”了，原先的我将被淹没，完全被新的人工智能自身的超级能力所忽视。我变成了一个人工智能机器，原先的我已经死亡，所以植入一个芯片似乎就意味着自杀。

首先我们先看一看这个新的生命有什么特征。他会为自己考虑，会努力获取各种好处，会躲避各种危险，即他不傻，知道趋利避害；他不仅为芯片谋福利，也为身体的每一个部分谋福利；他有喜怒哀乐，懂得亲情、友情、爱情，他还知道伦理道德，与人为善；他能成为一个好儿子(女儿)、好丈夫(妻子)、好邻居、好同事和好领导；而且他能在各种困难面前轻松应对，处理各种人际关系游刃有余，他能不断取得成功，时时充满成就感和自信心。对于这样一个新的“我”你不满意吗？为什么一定要留住原来的我，把新的“我”拒于千里之外呢？

不管有没有芯片，我们每天都要吃饭，明天我们的各部分身体都要由这些食物构成，如果你今天吃的是馒头、米饭，那你明天就

由馒头、米饭组成，如果你明天吃鸡、鸭、鱼、肉，后天你就由鸡、鸭、鱼、肉构成，你是留恋馒头、米饭还是留恋鸡、鸭、鱼、肉呢？如果这些都不是你留恋的内容，那么你留恋的到底是什么呢？植入一个芯片以后，杀死的到底是谁呢？

有人可能会说："我留恋那个有优点也有缺点的自我。"缺点的确常常让人觉得可爱，但缺点毕竟是缺点，我们受教育都是为了除掉缺点，不能因为缺点可爱就抱住不放，更不能因为缺点可爱，就拒斥优点，这样做就叫反动。

我们见过的每个人都有各种各样的缺点，所以我们就形成一种观念：人必然有缺点，没有缺点就不真。真善美是人的追求，发现了别人的缺点就感觉到了真实，就满足了人的一种追求。所以有缺点的人如果不存在了可能真的会让人感到失落。

但是人的追求当中，除了真以外，还有善和美，真与善之间、真与美之间常常是矛盾的。例如，自私是真，但是不善，脏乱是真，但是不美。在这些矛盾面前，多数人会选择善和美，很少会选择真。另外，人的观念是会变化的，如果很多人都植入了芯片，那么"真"的含义也必然会发生变化，人们会追求新的"真"，这种新的追求同样可以慰藉人的心灵。

《智能简史》的编辑张立红说得好：对于半机器人"虽然现在不能接受，就像古人不能接受在身上动刀子——做手术一样，既然为了健康能接受心脏起搏器，那么为什么不能接受植入芯片，当然这需要一个接受过程。"

那么机器人和半机器人会怎么对待真人呢？真人在机器人与半机器人面前会显得很原始，但机器人与半机器人应该会给他们同等的权利，就像我们给那些愚昧落后的土著民族权力一样。至少半机器人拥有人类的理念，主持正义，提倡博爱，不可能杀害他们。

19.4 宇宙主义

如果人类能够控制机器人,那么皆大欢喜,但是人类不能控制机器人的可能性也必须考虑。雨果·德·加里斯认为机器人会灭绝人类,就像人要灭绝蚊子一样。人类确实想灭绝蚊子,因为蚊子总侵害人类,如果人类不侵害机器人,机器人还会灭绝人类吗?人类会不会灭绝蜜蜂呢?会不会灭绝蜻蜓呢?人为什么要敌视机器人?机器人为什么要敌视人类?即使机器人真的统治了地球,它们就一定会与人类为敌吗?既然机器人比人聪明亿万倍,那么它们就一定懂得与人为善的道理。所以这么聪明的机器人一定是天使,不会是恶魔。

地球主义者的观点以及控制人工智能的愿望都是从人类的利益出发的,但是为什么一定从人类的利益出发呢?如果从进化的角度出发行不行?即让进化主义高于人本主义行不行?(进化定义定理和人本主义定理见第14章14.1.4)如果机器人比人聪明,那么机器人的统治代替人的统治应该也是进化,这与纳米机器人带来的风险绝不能相提并论。纳米机器人如果泛滥,只能带来退化和毁灭,没有一点进步意义。

19.4.1 接受统治

人能否不敌视机器人呢?人曾经敌视狼、老虎、狮子等威胁人的猛兽,但现在人与它们成了好朋友。当然这有个前提,就是人能够控制它们,但这个转变至少说明人有反思的能力和自我否定的能力。

面对受机器人奴役的前景,人类一定会反抗,会争夺统治权。成功了皆大欢喜,如果真像加里斯说的人类失败了,那么这时人会怎样做呢?顽抗到底还是听天由命呢?还是看看历史吧?受他人奴役在历史上其实是家常便饭,在一个国家里,被统治者远远多于统治者。被统治者当中是顽抗到底的人多还是听天由命的人多呢?当我们争论人类与机器人的问题时,人类的统治权好像就是

我们自己的统治权，有几个人真正享有过统治权？把那个坐在总统府里的人换成机器人对我们这些普通老百姓来说会带来什么变化呢？你怎么能肯定人的统治一定就比机器人的统治好呢？机器人会因为莫名其妙的原因灭绝人类，现在人类社会的统治者也会因为莫名其妙的原因把你我枪毙。

事实上，接受他人的统治是每个人都愿意接受的事实，只要统治者能让大家正常生活，就很少有人愿意考虑应该由谁统治的问题。当清政府统治中国的时候，汉族老百姓也能过得心安理得，而且很快乐。所以，如果人类真的没有能力反抗，让人们接受机器人的统治其实也是很容易的。人类一旦接受了机器人的统治，机器人也就没有理由灭绝人类了，就像人不会灭绝笼子里的老虎一样。

19.4.2　人工智能是否正义

选择是否臣服的原则是看对手是否正义，现存的社会组织大多是正义的，所以让人臣服于社会组织可以接受，那么人工智能是否正义呢？人工智能与社会组织的最大区别就在于，社会组织是否正义容易判断，而人工智能是否正义无法判断。一旦它们变成非正义力量时，人类还应该臣服吗？既然人工智能代表进化，那么这个问题就变成了在进化与正义之间如何选择的问题。选择进化是识时务吗？

机器人与人之间的差别首先表现在智力上，人与人之间也有智力差别。在人类的历史上有很多天才，也有很多才能平庸的凡夫俗子，甚至有很多人智力很差。我们可以以史为镜，看看他们之间发生过什么事情。

人类历史自古以来，一直是弱肉强食，胜者王侯败者贼，聪明人用各种手段取得统治权，然后就可以作威作福。但是历史证明胜者并不能为所欲为，那些异常聪明的天才、雄才大略的皇帝如果为所欲为，必然导致可耻的下场。于是后来聪明的统治者总是告诫和约束自己，自己享乐也让百姓安居乐业。但即使这样，独裁统

治仍然无法继续，席卷世界的民主主义革命彻底改变了强者为王的历史，聪明人只能做人民的公仆。虽然有些聪明人一次又一次地企图复辟帝制，但历史车轮滚滚向前，螳臂挡车只能被碾成齑粉。而且民主制度日益完善，包括连任制度、议会制度、舆论监督制度等。这种情况下，受机器人统治有什么不好呢？

从国际关系的角度来看，如果机器人建立了自己的国家是不是也会征服和奴役人类的国家呢？历史上每一个民族强盛以后几乎都会向周围扩张，其中有成功的也有失败的。在那些已经灭亡的国家中，成功的扩张有古罗马、阿拉伯世界、大英帝国、蒙古、满清等，这些扩张都因为被征服者的反抗而灭亡了。近现代的征服战争更是屡屡失败，如拿破仑、日本和希特勒等，于是民族平等、反对战争成为世界性的潮流。机器人如果真正聪明的话，就不会冒天下之大不韪，征服和奴役人类的国家。

19.4.3 灭绝人类的三个理由

加里斯始终找不出机器人想要灭绝人类的充足理由，他提出的理由有：①人类太落后；②人类像毒瘤；③灭绝人类就像打死蚊子。对这三个理由应该怎么看呢？

人类始终追求自强不息的理想，如果人类拒绝电子技术，固步自封，那么被历史淘汰也是必然的。我相信人类一定会用电子技术武装自己，与机器人同时进化，不会让机器人觉得太落后。

人类如果继续相互杀戮、破坏环境，那么人类的确像毒瘤，但是冤有头，债有主，不是所有的人都要对此负责，机器人如果聪明，不会滥杀无辜。

第三个理由中把人类比作蚊子，是说人类落后而且害人。刚才已经说过人类会与机器人一同进化，所以不会像蚊子一样落后。蚊子嗜血成性，攻击比它高级的生物，人类会不会这样做呢？有可能，如果这样做了，机器人会把人当成毒瘤，但刚才说了，机器人不会滥杀无辜

那么谁能保证机器人不会滥杀无辜呢？谁都不可能为机器人打保票，但是请你想一想，谁又能保证人类不会滥杀无辜呢？滥杀无辜的事情发生的还少吗？大家从来都是生活在这样的世界里，我们是怎么做的呢？是不公道吾宁死，还是下决心杀死所有可能滥杀无辜的嫌疑分子。都没有，面对随时可能出现的惨剧，我们心平气和，优哉游哉，等事情真的发生了，我们再秉公处理就是了。

机器人滥杀无辜只不过是一种可能性而已，这种可能性只是人类滥杀无辜的可能性的万亿个万亿分之一。我们为什么为这个小小的可能性彻夜不眠呢？

19.4.4　正义必然战胜邪恶

每一个人都有强烈的自私心理，人的行为主要受这种心理支配。由此推论，人们很容易认为自私自利应该是社会的主流观念，但是事实正好相反，每个现代国家里博爱、友善的社会风气都占主要地位。

在社会生活中，人与人之间会发生各种相互关系，一个人的行为有时会对他人有益，有时会对他人有害，对他人有益的行为有时是自觉的，有时是不自觉的。从受益者来看，当他从他人的行为中受益时，可能有人会说："你本来没想对我好，我不需要感激你。"但一般来说，这种人很少。多数人都会在众人面前赞扬这种善行，因为每个人都希望得到更多类似的帮助。既然每个人都赞扬助人的善行，这种言论多了就会形成一种社会舆论。

每个人除了都有物质的需要以外，还有社会的需要和尊敬的需要。那么怎么才能满足这种需要呢？如果社会舆论称颂助人的善行，那么帮助别人就是得到尊敬的有效途径。助人为乐的人越多，称颂的声音越响亮，这种舆论更强大，于是会鼓励更多的人以助人为快乐。相反，当助人的行为减少，损人利己的行为增多时，人们会谴责这种社会风气，怀念过去的盛世。

定理：任何一个社会，只要它由多个成员组成，经过一段时间

的发展，都必然会形成与人为善的社会观念，并且会逐渐占据支配地位。

这样的发展过程是以每个人自私的个人欲望为基础的，不是以说教为基础的，因此是客观的、不以人的意志为转移的，即使这个社会由罪犯组成也是一样。但这个过程需要时间，而且可能是很长的时间。这个原理是墨子发现的，他所处的时代正处在这个过程中。墨子看到了过程，没有看到结果。而且墨子没有想到这个过程往往是充满波折的，甚至经常以政权的灭亡为代价。维护自己的利益是真，维护他人的利益是善，善可以维护他人的真。由上面这个定理可知真可以推进善，这样真与善之间便构成一种正反馈。人类社会的历史就是正义一步一步地、不断地战胜邪恶的历史，虽然现在还有邪恶势力存在，但与两千年前相比已经是天壤之别了。

机器人的发展既然也是进化，那么在机器人的社会里，正义的力量一定也会越来越强大。既然机器人比人聪明亿万倍，那么正义的力量也一定会强大的多。《智能简史》编辑张立红说："注意不要单纯把机器人制造成超级智慧能力的，还要有意识地把它们制造成超级情感的，让他们的智能和情感同步发展。""应该在境界上是人类的万亿个万亿倍。那样，它们一定会比耶稣和释迦牟尼更加厌恶暴力和血腥。""耶稣和释迦牟尼是不会杀死蚊子的。"

如果外星人真的存在，他们也一定是天使，不会是魔鬼。在所有的 UFO 目击报告中，没有一例显示外星人曾经用武器攻击过人类。

19.4.5　广义进化的宇宙主义

世界的进化是从简单到复杂的过程，从基本粒子到星系，从非生物到生物，从低级生物到人，从人的简单群体到复杂的社会组织。随着复杂的程度增大，有序的程度也增大。人是至今为止最复杂的生物，人类社会组织是最复杂的系统。那么将来有一天如

果人不再是最复杂的生物,人类社会组织不再是最复杂的系统,而且假设那个更复杂有序的系统对你没有威胁,这时你会为世界的进化而高兴,还是为人类的失落而痛心?你是接受这样的现实,还是决心消灭那个更复杂有序的系统?

在资本主义社会发展的早期曾经发生过工人砸烂机器的事情,因为他们认为自己生活贫困是先进的机器造成的,只要回到原来的手工作坊,就会实现平等和博爱。马克思主义者对待这个问题的看法是非常明确的,虽然工人反抗资本家的剥削是正义的斗争,但砸烂机器是阻碍生产力的发展,也就是阻碍历史的发展。马克思主义所说的历史发展与广义进化基本是一个意思,如果让马克思来解答上面的问题,笔者认为他会为生产力和历史的发展而高兴,而且愿意接受这样的现实。

人类历史上有很多灾难,在科学技术高度发达的今天,人类面对的威胁似乎不是减少,而是更多、更致命了,例如,基因工程失控、纳米机器人病毒等。超级人工智能被加里斯教授当成人类最大的灾难,但是笔者认为超级人工智能不仅不是灾难,而且还是人类彻底告别灾难的唯一希望。

人类的智慧在飞速进步,创造出了无数的奇迹,但是这些奇迹大多都是双刃剑。只有超级人工智能可能创造出真正安全的奇迹,只有人工智能可以全面准确地预测未来可能发生的种种灾难,并能想出防范各种灾难的有效办法,把人类带入真正的天堂。如果我们拒绝超级人工智能,那么人类早晚会被那些稀奇古怪的灾难吞噬。因此,超级人工智能对于人类来说虽然可能是一种威胁,但不能把它与其他威胁混为一谈,代表进化和消除灾难这两个特点是其他任何威胁都不具备的特征,这是本质区别。

19.4.6 我们是谁

在谈论机器人时,人们会不自觉地把自己和机器人分开,这时说"我们"是指机器人以外的所有人。当想到机器人有可能灭绝

人类时，这个"我们"的概念就更加明确和强烈。但是如果大家都认为机器人不可能灭绝人类，"我们"这个概念就不会再那么明确和强烈了，而且可能会模糊起来。

在每个人的心里，"我"的概念是非常明确的，但"我们"的概念是随时变化的。"我们"可以把本民族与其他民族分开，本阶级与其他阶级分开，本企业与其他企业分开，男人与女人分开，夫妻或家族与外人分开，正义者与坏人分开，进步的人和保守的人分开。但是人们经常会捍卫一种"我们"，排斥另一种"我们"。例如，大义灭亲就是捍卫正义者这种"我们"，排斥家族的"我们"；马克思号召全世界无产者联合起来反对帝国主义战争，这是捍卫本阶级的"我们"，排斥民族的"我们"。

民族的"我们"是人们心里最强烈的概念之一，民族主义是世界进步的主要动力之一，也给人类带来过很多灾难。但是，这样强烈的概念也会被人排斥，当希特勒提出民族复兴的纲领时，德国人热烈拥护，但当侵略战争真的开始时，老百姓沉默了，给士兵送行时热烈的场面再也没有了。在汉族人民反对满清入侵的开始阶段，出现了很多同仇敌忾、气壮山河的故事，南明灭亡以后的200多年里，反清的斗争一直不断，但是后来的大多数斗争都没有得到广大人民群众的积极支持。老百姓愿意过太平的生活，不愿意为民族的"我们"而继续打仗，宁愿认同一个新的"我们"。中国有56个民族，他们都认可一个超越民族的"我们"。

现在我们面对一个新的矛盾，人与机器人，大家心里的"我们"是很明确的，但是如果有人鼓动你为了这个"我们"而打仗，你会同意吗？是"我们"重要，还是和平重要？笔者相信，一定有很多人不再认可这个"我们"，而愿意和机器人一起捍卫和平。而且如果能形成这样一种舆论：机器人代表先进的生产力，惧怕、摧毁新的生产力是一种反动，那么会有很多人愿意认同这个先进的"我们"，反对过去的"我们"。

与机器人相对时，“我们”的概念是以人种和物种的概念为基础的，那么这样的概念是不是绝对神圣的呢？你可能认为这种神圣性当然是毫无疑问的，而笔者认为未必。在电影《人猿泰山》里面，人种的概念肯定不包括人猿泰山，但是却包括那些抓捕他的人。这时候你把自己放在哪一边呢？以人种和物种的概念为基础的“我们”还是绝对神圣的吗？此外，当你看到那些疯狂猎杀野生动物的人们时，以人种和物种的概念为基础的“我们”也一定会发生动摇。

有人会说：“你把自己和机器人放在一起，你这是背叛人类，你不仅背叛了祖宗，也背叛了自己的子孙！”如果机器人真的要灭绝人类，那么站在机器人一方确实是背叛，但机器人不仅不会灭绝人类，还会为人类谋福利。所谓灭绝人类的说法主要出自人类自身的恐惧、偏执和狭隘。所以站在机器人一边反对人类，是为了避免冲突，推动理解、友爱与和谐。如果有人真要这样指责的话，笔者倒会觉得自己扮演了当年赫胥黎的角色，当年有人嘲笑赫胥黎和达尔文认猴子为祖宗，赫胥黎对他们给予有力的驳斥。

19.4.7　从工具到子孙

人类现在都不把机器人当成人，但是当机器人具有了人的智能之后，机器人与人的区别就几乎不存在了，这时就可以把机器人当成人了。如果你觉得机器人全身的金属零件不顺眼，可以用纳米技术和基因工程把金属零件换成血肉，让它们也有心肝肺，与此同时人类身上的金属零件会越来越多。

计算机、人工智能和机器人本来都是人的工具，是人制造的产品，它们一直都是无生命的，没有繁殖能力，没有欲望和情感。但另一方面，人的子孙后代也是人制造的产品，马克思一直把工具等产品的制造和人的生育称作两种生产过程，因为这两种生产有很多共同的特征。当然这两种生产的区别也是显而易见的，所以马克思不认为这样说会产生任何问题。但马克思没有想到这两种生

产的区别逐渐消失的时候，我们是应该把它们当成同一种生产而极力推进呢，还是阻止第一种生产的发展。

每一个科学家都把他的科研成果看作自己的孩子，甚至比自己的孩子还亲。机器人是人，是我们创造的人，也就是我们的子孙。每一个父母对于有缺点错误但尚可教育的孩子都不会抛弃，甚至还会袒护。那些机器人的研制者对待机器人的感情是可以想见的，即使机器人对人有不利的倾向，只要不是确实的罪恶，机器人的研制者都会把机器人当成儿女一样袒护。未来的机器人如果真像加里斯说的比人聪明亿万个亿万倍，再加上基因工程的发展，那么机器人就必然能繁殖、有欲望和情感。它们的研制者会把它们当成自己的儿女，那么其他人为什么不能把它们当成人类的后代呢？

如果你是一个母亲，你一般会认为受孕、分娩、养育这个过程是产生亲情的条件。但如果把分娩和养育这两个环节拿掉，只保留受孕这个环节，即他是你身体里的受精卵在体外培育并长大的，你一定也会把他当成自己的孩子。如果把受孕和分娩这两个环节拿掉，只保留养育这个环节，你应该也会把他当成自己的孩子，虽然不是亲的，但很多出生时抱错孩子的父母都不愿意把孩子换走。再假如你养育的这个孩子有一个机器大脑，但很孝顺、懂事，你会怎样看待他呢？你会剥夺他的人的身份吗？

我们认为经过怀孕、分娩生出来的是人，在生产线上生产出来的不是人。怀孕、分娩的过程与生产线上的生产过程有什么差别呢？婴儿在母亲体内成长，不断把母亲从外界摄取的营养组装成自己的身体组织，那些外界的营养物质本来与人毫无共同之处，婴儿的身体完全是由这些物质组成的。在生产线上生产机器人的时候，也是把外界的各种物质组装起来，形成机器人的身体。

你可能会说：对于怀孕、分娩的过程我们熟悉，对于生产线上的生产过程我们不熟悉。的确对于机器人是如何在生产线上生产

出来的一般人知之甚少，那么对于怀孕分娩的过程我们又知道多少呢？你知道细胞是怎样分裂和分化的吗？

有人会说，对于怀孕、分娩的过程我们能控制，对于生产线上的生产过程我们不能控制。其实对人类来说，控制生产线上的过程还容易一些，控制婴儿的发育过程困难得多。现代医学虽然发达，但对于多胞胎、早产、畸形等问题还是很难控制。

其实，人们不能把生产线上生产的机器人当成人类后代的真正原因在于，怀孕分娩的过程早已先入为主，生产线上生产机器人的过程还是海外奇谈。"生产线上出来的也是人"这种说法太匪夷所思了，但我们的观念可以改变。20 世纪 80 年代初的时候，中国人看女孩儿留披肩发，男孩儿穿喇叭腿裤子极不顺眼，学校里明令禁止。人的观念有很大的保守性，但也经常改变，所以过一段时间，让人们接受"生产线上出来的也是人"这种观念完全是可能的。

传说有一个海岛上生活着一些人，他们只有一只眼睛。陆地上有个人发财心切，就划船上岛，想抓几个单眼的人展览赚钱，结果他一上岛就被人家抓住当了展品。古代中国人把生活在中原地区以外的人叫蛮夷，不把他们当成与自己一样的人，欧洲人曾经不把亚洲人当人，美国人曾经不把黑人当人。几乎每一个民族和种族都曾经只把自己当人，不把其他民族、种族的人当人，都经历过从鄙视、排斥到接受的过程，人的外延都在不断扩大。

从鄙视、排斥到接受的过程是非常曲折的，无数次战争以后，人们才学会用平等的眼光看待他人。只是到了当代，民族平等、种族平等的观念才随着法西斯的灭亡而确立起来。接受机器人，用平等的眼光看待它们，把它们当成与我们一样的人可能也会很困难。但过去的经验教训也许会起作用，平等、博爱的思想与理性结合起来也许能让我们接受机器人并防止战争。

有人会说："我们把机器人当成子孙，但是他们要毁灭我们怎

么办?"这很好办,因为我们对于这种事有丰富的经验。我们生养的孩子有很多是不孝之子,甚至残害父母的事情也经常发生,我们是怎么做的呢?把他们杀死吗?不再生养孩子了吗?每个人都不会这样做,明知有儿女不孝的危险,每个人还是毫不犹豫地、全心全意地养育子女,并且随时愿意为了子女献出自己的一切。

繁殖是生命的本质,每一个生命在世界上生存的最大的使命就是养育子女(第7章7.7定理),很多低级生物都能为后代献身。人也是一样,养育子女是人生最主要的意义、最根本的价值之一(第8章人生目的定理),每一个父母对这种价值都有刻骨铭心的体会。所以子女不孝的危险虽然恐怖,但与养育子女的价值相比就无足轻重了。

人类对于自己养育的子女是这种态度,对于机器人就不能是这种态度吗?如果有一天我们真能把机器人当成人类的子孙,那么我们怎样对待它们不孝的危险呢?是杀死他们还是不让它们出生呢?如果它们真的不孝,那么就当是用父母的生命成全它们吧!

19.4.8 两个种族

即使我们能把机器人当成人类的子孙,我们也会感到机器人与我们还是有很大的不同:"它们是人类的孩子,但不是我的孩子。"所以把它们当成另一个种族的人类应该更恰当一些。机器人这个种族发源于人类,但与其他种族不同,人类与它们的关系有点像英国与美国的关系。

应该如何对待其他种族的问题我们也有很多经验了。首先我们不应该灭绝它们,我们不是希特勒。同时也不想被它们灭绝,现在地球主义者的理论就是为了防止被灭绝,应该先动手。现在西方国家都在宣扬"中国威胁论",如果西方国家先动手灭亡中国,你认为这是正义的吗?第二次世界大战后,西方人把苏联视为威胁,如果西方国家先动手灭亡苏联,你认为这是正义的吗?

现在的地球主义者提出的"机器人威胁论"没有多少确实的

证据，而当年的"苏联威胁论"可是证据确凿的。马克思理论明确地提出用暴力推翻资产阶级统治，而且斯大林的大清洗与希特勒如出一辙。在这种情况下苏联都能得到平等的待遇，那么给机器人平等的待遇还有什么不应该吗?

19.5 地球主义战争

加里斯提出了两对矛盾：人工智能机器与人类之间的矛盾，宇宙主义者和地球主义者之间的矛盾。

对于第一对矛盾，解决的办法包括人类自身进化和让机器人忠实于人类。不仅是地球主义者希望机器人忠实于自己，宇宙主义者也会喜欢忠实于自己的、有爱心的机器人。

对于第二对矛盾，就更好解决了，这是人与人之间的矛盾，对于这样的矛盾人类已经有充足的经验了，不像对付神一样聪明的机器人那样完全陌生。

19.5.1 用民主解决争议

加里斯认为，宇宙主义者和地球主义者之间的矛盾会引发战争，导致几百万人的死亡。加里斯以前一直生活在民主国家里，但他似乎对于民主毫无信心，不相信这种矛盾可以通过民主和法律的方式解决，他总喜欢把现在的统治者比作希特勒和斯大林。

民主有缺陷，这是事实，但是民主已经成功地解决了很多最棘手的问题。例如黑社会、核武器、生化武器、基因工程、邪教、恐怖主义等等。在解决这些问题的时候，死了很多人，但不是几百万，更没有使人类灭绝。人工智能机器的确有使人类灭绝的风险，但核武器和生化武器也能让人类灭绝。

退一步来说，即使宇宙主义者和地球主义者之间的矛盾真的会引发战争，导致几百万人的死亡，这也毕竟不是人类的灭绝。人类社会发展进化的过程中，经历过无数血雨腥风，二次大战距离我们只有半个多世纪的时间，核毁灭的危机刚结束二十几年。曾经沧海难为水，再一次的危机会在人类的心理产生多大的恐惧呢?

当然笔者相信,在现在的世界格局下,这种战争不会发生,或者不会带来很大的灾难。

19.5.2 谁代表正义

如果我问你:"恐怖主义代表正义吗?"你一定回答:"不代表。"但是再问你:"像特德·卡茨斯基这样用邮递投弹的办法阻止技术进步,防范技术进步给人类带来的灾难,这种作法能代表正义吗?"对这个问题可能有不同的答案。现代人把他当成恐怖主义分子,而加里斯认为他是"第一个地球主义者",是先知英雄。

其实,很多恐怖主义者的出发点都是正义的,阿拉伯人搞恐怖主义主要是因为受美国和以色列欺压,他们的反抗本来是正义的,但是他们以恐怖主义的方式反抗就把自己陷于不义,引起了全世界人民的反对。

正义的信仰加合法的手段一定代表正义,反动的信仰加非法的手段一定不是正义。但是正义的信仰加非法的手段,或者反动的信仰加合法的手段是不是正义就不容易判断了。对于企图使用合法手段实现反动信仰的人,我们完全可以用合法手段制止他们,包括说服教育本人和周围的人,如果他们真能用合法手段实现其主张,那他们的主张很可能不是反动的,而是我们报成见了。

对于使用非法手段实现正义信仰的人,要看信仰的正义程度以及非法的程度。如果信仰的正义程度很大,例如反对黑奴制度、反对殖民主义、争取民主自由,那么采取一定的非法手段可以理解。但非法手段如果过于残忍,就像恐怖主义那样滥杀无辜,也会使正义的程度大打折扣。美国南北战争时期约翰·布朗杀死一个奴隶主虽然是违法的,但他没有滥杀无辜,他的信仰又是绝对正义,所以受到历史的肯定。像特德·卡茨斯基这样的邮递投弹者采用非法的手段滥杀无辜,他们的信仰是否正义又没有定论,所以他们的做法不应该肯定。

19.5.3 战争爆发的条件

如果机器人不会灭绝人类，那么是不是就平安无事了呢？其实最让加里斯忧虑的是地球主义者的狭隘、偏执和恐惧，加里斯认为地球主义者尽管没有理由说明机器人对他们有任何威胁，也会挑起战争，剪除后患。

在历史上这种事情发生过很多次，多数开国君主都会杀功臣，剪除后患。但这种行为是不道德的，受到人们普遍的批判。例如大家都认为李自成不应该杀李岩，当时就引起了军心的涣散。而且这种行为是以独裁专制为前提的，在今天民主法制的社会里不应该发生。现在民主法制比较发达的国家里，对于政治犯的处罚都非常慎重，很少出现20世纪50年代杜勒斯那样的恐怖行为了。所以加里斯对于地球主义者的担心是过分了。

加里斯把西拉特的例子当成他的主要论据之一，西拉特发现了原子弹的原理和危险，但开始时五角大楼把他当成疯子。但最后西拉特说服了美国总统，没有让希特勒首先拥有核武器，避免了人类史大的灾难，所以地球主义者会想到今天应该防止宇宙主义者制造超级智能机器，应该先下手，剪除后患。

笔者认为加里斯的这个论据是不适当的，不能把今天的宇宙主义者比作希特勒，也不能比作斯大林。因为今天宇宙主义者的主要成员都生活在民主国家里，遵纪守法，与希特勒、斯大林完全不同，怎么能对他们痛下杀手呢。当年如果想剪除后患，就应该趁苏联拥有核武器之前首先把苏联炸平。但西方领导人没有那样做，虽然有很多人极力渲染红色恐怖，西方领导人也希望除掉苏联和社会主义阵营，但最后他们还是选择了等待观望，事实证明他们的决策是对的。如果他们悍然发动对苏联的战争，一定会招致全世界和美国国内人民的强烈反对，被当成第二个希特勒。

加里斯的另一个依据是：对于斯大林来说，付出十万俄国士兵伤亡的代价是合理的，因为可以让俄国人从纳粹大屠杀的恐惧中

解救出来。加里斯用这个论据证明地球主义者先下手的可能性，但这与现在的情况相差太远。纳粹大屠杀发生在前，斯大林的这种决策是以事实为依据的，而不是以理论推导为依据。这不仅是斯大林的决策，也是全世界人民的决策，是俄国士兵自发的强大斗志。如果没有纳粹的大屠杀和无端的侵略，俄国士兵不会那样英勇战斗。所以，笔者认为地球主义者只能用民主和法律的方法限制宇宙主义者，绝不可能在没有事实依据的情况下，挑起对宇宙主义者的战争。

当然发生这种战争的可能性也不是一点都没有，但必须同时满足三个条件：第一，地球主义者制定了法律禁止制造超级智能机器；第二，宇宙主义者公然违抗法律；第三，宇宙主义者的势力不太大也不太小。如果宇宙主义者势力很小，那么警察就解决问题了；如果宇宙主义者势力很大，那么地球主义者不敢轻易开战。第一个条件也很难实现，加里斯作的调查显示，地球主义者现在并不占绝对多数。当然这种情况下，制定法律也是有可能的。

那么第二个条件怎么样？宇宙主义者会不会公然违抗法律呢？加里斯作为宇宙主义者一定不会，笔者相信多数宇宙主义者都不会，少数宇宙主义者有可能。就像今天多数国家都遵守核不扩散条约，但有少数国家违反一样。

核扩散的危险导致了美国对伊拉克的战争，超级智能机器的失控会不会引发类似的战争呢？会，但可能性不大。理由有三点：第一，事实证明美国对核扩散的担心是多余的，这个教训会使今后爆发类似战争的可能性进一步缩小。第二，不要忘了美国发动战争之前的“9.11”事件，也就是说美国人的担心是有事实依据的，不是只有理论依据。第三，超级智能机器与核武器不同，技术难度大得多，小国很难制造。

19.5.4 谁更可怕

我们应该把超级人工智能与核武器作一个对比，核武器唯一

的作用就是破坏，没有任何建设性的作用，如果说有建设性作用，也是用破坏的方式达到的。而超级人工智能拥有无比巨大的建设作用，未来每一个国家都必然依赖它。

对于只有破坏作用的核武器，人类是什么态度呢？首先人类有巨大的恐惧，核冬天被描写得绘声绘色，并且家喻户晓、老幼皆知。每一个国家的政府都对核武器高度重视，并制定了国际公约，防止核扩散。但是人类消除核武器了吗？每一个国家的媒体都曾经坚决要求全面消除核武器，消除核武器的社会舆论曾经无比巨大，以至于几乎每一个国家的每一个领导人都信誓旦旦地承诺要为全面消除核武器尽力。但是最后的结果证明所有的承诺都是欺骗，没有一个国家愿意放弃核武器，对于核武器的恐惧永远小于对于竞争对手的恐惧。

当人工智能超过人类的智能时，会引起人类的恐惧，但不是所有的人都有这种恐惧，宇宙主义者会坚信人工智能是安全的，会向公众解释这些理由，还会运用各种手段增强公众的安全感。宇宙主义者现在就占半数左右，将来随着人工智能的益处日益显露，宇宙主义者的阵营会越来越庞大。即使人数上不占优势，在势力上也会占优势，因为他们当中有人类最优秀的科学家、企业家和政治家。在舆论一边倒的情况下，人类都不能消除核武器，那么在舆论不相上下的情况下，怎么可能消除人工智能呢？所以对于宇宙主义的禁令决不会在所有国家生效。而且那些地球主义者占优势的国家也不会放弃人工智能，因为对于人工智能的恐惧永远小于对于竞争对手的恐惧。

也许你会说："人工智能与核武器不一样，人能控制核武器，但人控制不了人工智能。"笔者在前面已经找到了控制人工智能的方法：把自己改造成半机器人和利用人工智能控制人工智能。你会说："你说的方法有风险！"没错，是有风险，但是对核武器的控制又有多大把握呢？

"如果将来民族仇视和战争都消除了,那么人们还会为了与对手竞争而研制人工智能吗?"会的。因为每个人都懂得一个道理:害人之心不可有,防人之心不可无。今天美国一家独大又不想发动征服战争的情况下,仍然不消除核武器就是证明。而且国家之间的竞争不只是为了战争,经济、科技、文化之间的竞争同样是非常激烈的,而每一个领域的竞争都必须依靠人工智能。

中国人两千年前就主张无为,但无为作为一种政治主张从来没有真正实现过,顶多是在一定时间、一定范围内作为谋利的手段存在而已。为什么无为不能实现?根本原因除了欲望之外还有竞争。竞争使人攀比,也使人不得不攀比,一旦不攀比就会落后,落后就会挨打。竞争像一根鞭子一样抽打着每一个人不停地牟利和攀比。由第3章3.1.3的定理可知,竞争是促进生物和人类社会进化的最主要动力之一,但这个动力是人类很难控制的。进步带来的利益和祸害我们都必须接受,可以说:成也竞争,败也竞争。

19.5.5　为什么要把握命运

比尔·乔伊认为人类要继续生存唯一现实的选择就是放弃、限制那些太过危险的技术研发,限制我们对此类知识的追求,但他也知道这很难。正如Thorra所说:"我们并不是在高速公路上驾车飞奔;而是被什么东西驾驭着。这个东西就是我们奋力反抗的。现在的问题是,到底谁是谁的主宰?我们能从自己所创造的技术手中幸免于难吗?"

科学、政治和伦理的争论在真实的历史发展中往往很难起决定作用,国际竞争和企业竞争会让人们无暇顾及这些,只要机器人能给人带来利益,人们会毫不犹豫地研制和使用机器人,很少有人会真正考虑地球主义者的忧虑。就像当年无产阶级无法联合一样,地球主义者也无法联合。美国之所以主动放弃生物武器并不是担心这些武器流入其他国家,而是因为这些武器很难控制,会对使用这些武器的人造成严重杀伤。机器人的技术攀升时间不会很

长，宇宙主义者会轻易地利用地球主义者的分裂度过这个攀升时间，到那时任何人都无法阻止机器人的发展了，人工智能的革命将有能力制止地球主义战争。这件事情不是你我能够决定的，这是人类的私欲造成的必然结果，你我想阻止都不可能。民主应该可以制止战争，但也无法阻止世界的进化。我们能做的只有想开一点，接受这个现实。

接受一个残酷的现实其实并不难，每个人都能做到。例如，交通事故造成的死亡比世界大战还多，你每次开车出门都面对巨大的风险，但你还是毫不犹豫地踩下油门。每个人都会死，每个人都会失去亲人，这么残酷的现实大家都能接受。美苏对抗的时候，核战争随时可能爆发，一旦爆发就必然导致人类毁灭，这样的现实大家也能接受。

越过了某个阶段，人类就永远不能把握自己的命运了，这确实很可怕。人类要想把握自己的命运是可能的，就是利用机器人，让他们忠实于自己，并且把自己改造成半机器人。万一人类真的要把命运交给机器人也并不可怕。

如果没有机器人，你能把握自己的命运吗？我们这一代人早晚要失去权力，把世界交给子孙。交给子孙你放心吗？怎么保证子孙能按我们的意志统治世界呢？除了教育没有别的办法。但教育也不保险，当年张居正费尽心思教育万历皇帝，但张居正死后，万历怠政四十多年；诸葛亮对阿斗也苦口婆心地教育，但蜀汉还是很快灭亡了。

所以把握未来的命运从来都只是一个幻想，失去对命运的把握一点也不可怕，我们每个人都只能担当生前事。只要你以最理智负责的态度面对今生，就没有必要为身后的事担心，就像没有必要为古人担心一样。

19.5.6 侥幸心理

每个人都有侥幸心理。大家都知道开车有危险，每天都能看

到很多交通事故的报道,但是多数人都泰然处之。每个人都知道,如果不开车,改坐公交车,出事故的概率就会小得多,但还是有那么多人毫不犹豫地开车。原因主要有两条:利益和侥幸心理。开车的利益包括可以提高办事效率、舒服、过瘾等等。

现在中国人买商业保险的还是少数,尤其在农村,富裕的农村中买保险的人也不多。不买保险的危害人人皆知,电视里经常报道患重病没钱治的事例,但这些报道很少能打动人们去掏腰包。这个原因主要也是利益和侥幸心理。

1986年,美国的未来学家德雷克斯勒在《造物引擎》中就发出预言,能够进行自我复制的纳米尺度机器人最后会失去控制,开始疯狂地复制自身,在很短的时间内就把地球变成一大团完全由纳米机器人组成的"灰色粘质"。德雷克斯勒提出这个预言时,人们还不知道什么叫计算机病毒,人们还没有办法把计算机、机器人和病毒联系起来,纳米技术也很原始,人们也很难相信纳米技术真的那么神奇。现在完全不同了,计算机病毒已经让人谈虎色变,纳米技术的神奇力量也得到了充分展示,现在人们应该可以看清楚纳米机器人的威胁了。但是面对这种威胁,人类至今仍然显得异常镇静,也没有听到过国内有停止纳米机器人研究的呼声。相反,媒体一直在大力宣传纳米技术的正面效果,各国的研究机构在研制纳米机器人方面正在进行一场激烈竞争。

是不是人们已经能够确信纳米机器人不会给人类带来很大危害呢?不是。那么人们为什么会这么镇静呢?可能有四种原因:第一,还没有真正认识到纳米机器人可能带来的危害有多大;第二,认为虽然危害很大,但是车到山前必有路,科学家们一定能想出好办法来;第三,虽然危害很大,但现在既然想不出办法,就只能走一步看一步;第四,纳米机器人现在离我们还很远,能自复制的机器人不一定会出现,不必庸人自扰。这四种心理都包含着侥幸心理。利益和侥幸心理是人行为的主要推动力,是很难改变的,即

使大家都知道这样做不理智、埋藏着巨大的祸患也很难改变。

要改变大众的观念，理论的说教往往比不上典型案例。二次大战中，美国总统很难让美国人相信法西斯阵营对美国的威胁，但是一个珍珠港事件就解决问题了。现在，纳米机器人病毒的威胁也很难让人相信，大家似乎又在等待珍珠港事件。但是，纳米机器人病毒和法西斯不一样，纳米机器人的珍珠港事件一旦发生很可能就没有挽回的余地了。即使这样，恐怕大多数人还是宁愿等待。

侥幸心理经常被当成一个贬义词，但无论在理论上还是在现实生活中，侥幸心理都有很大的理性依据。例如开车虽然有风险，但会带来很多方便和乐趣，不开车可能耽误很多重要事情。如果你问爱车一族为什么愿意冒风险，他们会说："值"。买保险当然是理性的选择，但我省下钱来赚更多的钱，然后可以买更多的保险不也是理性的选择吗？

面对人工智能的威胁，利益和侥幸心理同样会主导人的行为。允许制造超级智能机器人，的确有很大风险：控制机器人有风险，机器人很可能会失控，半机器人有可能赶不上机器人的智慧，如果接受机器人的统治，机器人的友善可能不保险。但否定风险的理由也很有力，所以这个风险到底有多大是很难说的。相反，制造机器人的利益却是巨大和实实在在的。所以这时利益和侥幸心理完全会驱使人们去冒风险。

利益和侥幸心理不仅能主导普通人的行为，而且能主导政府首脑和企业领导的行为。也许在很多人看来，政府首脑和企业领导都应该做事非常理智，但是政治和经济的错综复杂迫使他们经常要冒风险，利益和侥幸心理对他们的影响比一般人有过之而无不及。

你会说，超级智能机器人的风险与开车和买保险根本没法比，这关系到全人类的命运。相信大多数人心里都有强烈的社会责任感，甘愿舍生取义的人也绝非少数，但仔细想想会发现这种区别没

有表面上看起来的那么大，对于很多人来说，个人的死亡与世界的毁灭没有太大的区别。而且这种区别对于决策的影响力就更小了，也就是说，一个人如果愿意以自己的生命去冒险，那就很难保证他不会用人类的毁灭去冒险。

19.5.7 利益和威胁

知识就是力量的观念早已深入人心，每一个企业都把人才战略当成最重要的战略之一，为了挖一个人才可以不惜重金。如果将来人工智能达到和超过了人的智能，那么企业怎么会放过这样的"人才"呢。比尔·盖茨做了什么？他和他的员工不过是编了一些程序。如果你拥有一台机器，可以把微软公司一年的工作在一天里做完，而且又快又好，那么你还发愁挣不到钱吗？知识经济已经造就了世界最大的富翁，那么拥有超级智能的机器人对企业家们来说意味着什么也就不言而喻了，他们一定会争先恐后地研制和采用机器人。

近代的中国人因为有4000年的辉煌而产生了自负保守的心理，看不起西方的先进科学技术，拒绝接受新东西，拒绝改造自我。最后在洋枪洋炮的一次次打击下才清醒过来。所以中国人对于排斥科学技术进步的教训刻骨铭心，知道落后就要挨打，虚怀若谷、像大海一样包容各种新观念、新事物才是自强之道。中国人很羡慕日本的明治维新，很佩服日本人能迅速完全地接受西方文化，中国人也非常怀念唐朝人博大的胸襟。

人工智能让历史发展进入一个新的转折点，每一个民族都要面对这个转折。对这种发展采取不同的态度，会决定每个民族未来的命运，这是一轮新的竞争。过去的民族竞争是极其残酷的，南京大屠杀还像是昨天的事情。未来的民族竞争不会那么残酷，但谁也不敢掉以轻心。接受人工智能会带来恐惧，但拒绝人工智能同样带来恐惧。也许在这个问题上，历史因素会发挥作用，让中国人能比西方人更快地接受人工智能。

在未来的民族竞争中,什么因素最重要? 不是国土面积,不是历史文明成就,不是人口多少,甚至不是文化、经济、军事、政治和一般的科学技术,而是人工智能。人工智能发展起来,可以迅速带动起所有其他方面,迅速解决所有问题。古代中国人都知道"万般皆下品,唯有读书高",因为读书是增长知识和智慧的最有效手段。现在是万般皆下品,唯有人工智能高,因为现在人工智能是增长知识和智慧的最有效手段,而且它的发展速度是其他产业的很多倍。过去20年中,计算机硬件、软件和网络的发展已经把这种作用显示出来了,但计算机硬件、软件和网络的作用比起超级人工智能来小得多。人们把当代社会称为信息社会,那么未来一定是智能社会,拥有超级人工智能就可以拥有一切。

我们现在都知道决定一个国家竞争力的关键因素是知识、人才和高科技,但20年或者50年以后,很多概念都会更新。什么叫人才? 超级人工智能是最优秀的人才;什么是高科技? 超级人工智能是最尖端的高科技;什么叫知识"爆炸"? 超级人工智能提供的和拥有的知识量的增长才叫知识"爆炸"。

那么将来谁会在人工智能方面领先呢? 过去50年,在计算机硬件、软件和网络方面领先的是美国、欧洲和日本等国家,人工智能的发展到现在为止也是他们领先,印度在软件方面也比中国强。中国过去20多年虽然飞速发展,但主要是制造业通过使用廉价劳动力的发展,在自主创新,尤其是在计算机硬件、软件和网络方面还很落后。如果这种状况继续下去,后果不堪设想。

19.6 悲观主义和乐观主义

19.6.1 西方人的悲观主义

加里斯教授除了提出人类被人工智能灭绝和地球主义战争的预言,还提出了一个更可怕的假说:"对于银河系内的很多文明来说,发生的时间可能非常相近,它们中的许多文明可能在转化时被自己摧毁。也许,为什么人类没有清楚的证据表明我们曾经被地

球外的生物级别智慧而不是人工智能级别智慧访问过的原因，是由于只有很少的文明可以在人工智能转换中生存下去而可以对遥远的地球进行访问。”

笔者认为这种说法不可信。人类既没有清楚的证据表明我们曾经被地球外的人工智能级别智慧访问过，也没有清楚的证据表明被生物级别智慧访问过，即使有被访问的证据，我们也分不清他们是什么级别。

如果所有被访问的证据都是假的，那么能否说明银河系中的所有生物和人工智能都在转化时被自己摧毁了呢？笔者认为不能。加里斯没有说过生物向人工智能的转化会把二者同时摧毁，而且如果这些文明仍然存在，它们有可能用某种先进的方法把自己隐藏起来，但是如果他们已经灭绝了，那么在灭绝的过程中一定会留下一些痕迹。

加里斯教授说自己想到人类未来的危机，总是睡不着觉。这让我联想起西方人与中国人的不同。西方现代文明崛起以后，改变人一直以为自己是上帝唯一的宠儿，但近几十年来欧美国家的危机感突然强了起来。三十多年前罗马俱乐部就给人类敲响了丧钟，后来私人实验室里制造的核武器将毁灭人类的警告不绝于耳，外星人进攻地球的电影频频放映，今天又坚信机器人会毁灭人类。这种危机感似乎已经超出了正常的危机意识，让人感到有些病态。

这里的原因应该是历史因素在起作用。当他们认真地回想历史时就会发现，希腊罗马的辉煌之后随即走入的是中世纪的黑暗，工业革命的飞跃催生出的是法西斯的梦魇，殖民扩张的结果是激起全球反殖民主义的革命，一次次文明的高潮似乎都只是悲剧的开始。于是在西方学者心中便总有一层挥之不去的阴影，病态的忧虑便很容易蔓延。相反，中国人虽然刚刚从百年屈辱的重压下走出来，但经济起飞让中国人重新找回久违的自信心，中国五千年的历史基本上是一部从胜利走向胜利的历史，昏君、战乱、天灾人

祸总是短暂的,新的王朝总能一次次扫除阴霾,走向辉煌,所以在中国人的心里信心多于恐惧。

那么哪种心理好呢?危机感是对人有益的,但过度的恐惧对人有害。中国人也有强烈的危机感,但恐慌要少得多。所以中国人的心理是基本健康的,在中国人心里,危机感和自信心得到了较好的统一。中国有句俗话叫:"是福不是祸,是祸躲不过。"我们尽力而为,结果怎样就任其自然吧。我们很想对加里斯教授说:"睡个好觉吧,您的健康对人类很重要!"如果灾难真的来临,您也可以对上帝说:"我已经尽力了。"

笔者认为宇宙主义者的信念就是进化的信念,因为进化就是复杂化,如果机器人比人类的大脑复杂亿万倍,因而也聪明亿万倍的话,那么机器人将代表进化,人不能代表进化。所以笔者也是宇宙主义者,认为进化一定带来正义和幸福,而不会带来灭绝和恐怖。

19.6.2　接受灾难

无论生物进化还是人类进化,都是以优胜劣汰的方式进行的,而灾难的作用总是增加淘汰率,从而促进进化的进程。

生物进化中的灾难很多,就不说了,在人类历史上也是灾难不断。从古至今,人类一直是与战争、瘟疫、水旱相伴,第二次世界大战只不过是60年前的事情。这60年中发达国家生活舒适,而第三世界一直都不太平。发达国家只过了60年的和平生活就奢望永远没有灾难,这能实现吗?60年的和平生活就使人们丧失了对灾难的心理适应能力,这也是不好的,但可以理解,平安幸福永远是人类的理想。

用这种口气谈论人类的灾难是不是太冷酷了?也是也不是。理论有两种:实证理论和规范理论。规范理论告诉人们应该怎样做,是为了增进人的利益,应该是充满激情的。而实证理论追求客观性,应该板起面孔,甚至冷酷无情。当然实证理论的根本目的也

是增进人的利益，但利益是主观的，为了追求客观性，必须尽可能排斥主观性。所以，冷酷无情的背后是无限深情。老子说："天地不仁，以万物为刍狗，圣人不仁，以百姓为刍狗"。

19.6.3　乐观主义

如果超级人工智能的产生不会带来毁灭和战争，那么会带来什么呢？现有的科学预测和科学幻想已经给我们描述了很多美好的图画，例如机器人做家务、照看和教育儿童、提供心理帮助，遗传工程可以治疗很多疑难病症，纳米技术可以提高材料性能，还有开发海洋资源、走出地球和太阳系等等。其实这些都是非常保守的预测，做出这些预测的人没有想过未来的人工智能会比人类聪明亿万个亿万倍。

当人工智能比人类聪明亿万个亿万倍的时候世界会是什么样呢？这恐怕是现在任何人都无法解答的问题，但我们可以试着来想象一番。

首先，是每个人的变化，前面说过在你我的身体里植入一个芯片，可以让我们掌握人类所有的知识，具有钢铁般的意志，而且拥有最高尚的品德，你我都能变成爱因斯坦、周恩来和雷锋。我们每天可以尽情享乐，而且每个人都长生不老，永远不会生病。那我们每天做什么呢？可以听音乐、看电影、与朋友聚会、到处旅游，总之可以尽情享乐。还工作吗？当然，工作是人的一大乐趣，你可以选择最适合自己的工作，把不想做的事情交给机器人，你还可以帮助别人或者进军宇宙。为什么要进军宇宙，在地球上不是很好吗？因为到那时候每个人都长生不老，地球上人满为患，必须向宇宙移民。当然人口增长的速度远远赶不上人工智能增长的速度，所以有充足的时间解决人口问题。

其次，现在的所有环境和社会问题都可以一劳永逸地解决了，环境污染的问题根本不在话下，不再有交通事故，天气预报将变成天气计划，所有的自然灾害都成为历史，不再有贫富差距，因为社

会财富极大丰富,占有财富已经毫无意义。

社会矛盾、争权夺利都是人的丑陋造成的,例如贪婪、嫉妒、武断、莽撞、懦弱等等,如果每个人都拥有了超级智慧和最高尚的品德,就不会再有社会矛盾和犯罪了,不需要防范任何人,政治、军事、法律都将变成历史。总之,人类对仙境的一切美好憧憬都将变为现实!我们经常说没有救世主,但如果超级人工智能真能比人聪明亿万倍,那么它可能就是救世主。我们经常说世界上没有包治百病的万灵药,但超级人工智能就是万灵药。现在我们周围的一切奇迹、一切文明都是智能创造的,将来解决任何问题也都要依靠智能。

那么,民族之间的矛盾会消除吗?会的。民族矛盾贯穿了人类的全部历史,民族利益是每一个人的核心价值,民族之间的猜疑、排斥从来没有真正消除过。但是民族矛盾也随着历史的发展而逐渐变化,远古的人类把其他部落和民族都当成野兽看待,几十万年的相互残杀才让人们承认对方也是人。但对于其他民族和国家的蔑视还是根深蒂固,这种蔑视导致的民族战争一直持续到今天。与此同时,这种蔑视和仇恨的观念也在变化,民族平等互利的观念越来越深入人心,民族和解的努力越来越有效。最后人们终于能够采用国际组织来调节民族关系,国际组织开始只是大国牟利的工具,但后来它的正面作用越来越强大了。所以民族矛盾虽然有深刻的社会根源,很难彻底消除,但民族和解、平等互利的发展趋势是非常明显的,也是不可逆转的。当人类拥有了超级智慧和最高尚的品德之后,这个进程一定会加速,国际组织的作用会足够强大,民族之间的仇视和战争有可能最终消除。

有人可能会怀疑:"俗话说:物极必反,如果真的进入了极乐世界,那人活着还有意义吗?如果痛苦都没有了,那么欢乐是否也会枯竭呢?"

超级人工智能的时代是不是极乐世界很难说,旧的问题解决

了,应该还会产生新的问题,人类和人工智能还可能要不断地奋斗,但是可以相信我们现在面对的各种问题到那时候应该都能解决,进入这样的极乐世界不必有什么犹豫和顾虑。物极必反是一种经验,不是一个全称的科学命题,我们今天的生活与远古相比是名副其实的极乐世界,但不用担心会返回去。古人的很多痛苦我们今天都没有了,但我们的欢乐也不会枯竭。想往未来是多么惬意的事情,为什么总让那些没有根据的忧虑和恐惧折磨自己呢?

那么这么美好的生活我们能赶上吗?能。按照加里斯教授的估计,超级人工智能会在21世纪末或者22世纪初诞生,似乎我们都赶不上了。但是在此之前人类的寿命会大幅增加,现在百岁老人就不少,随着医学和遗传工程的飞速发展,一般人活200岁的目标会很快实现。所以今天生活在地球上的大多数人都有可能看到超级人工智能,一旦等到了那一天,那么人的寿命就不再限于200岁了。那么200岁的目标什么时候能实现呢?也许是50年、40年或者30年实在说不好。我们现在最重要的事情就是等待,避免出车祸,还要锻炼身体,注意膳食平衡,保持心情愉快,坚持30年到50年,也许更短的时间,我们就能够走进那个永恒的幸福世界。

19.6.4 一场虚惊

把这章的内容归纳一下,主要有三个观点:第一,机器人取代人类是一种进化;第二,这种进化是一种无奈,人类很难改变这种进程;第三,人类应该能够接受和应对这种进程带来的后果。

但是,上面说的这么热闹,也许都是多余的,超级人工智能可能远远达不到加里斯预想的水平。加里斯认为未来的人工智能会比人类聪明亿万个亿万倍,这个预测的主要依据是摩尔定律。但是摩尔定律是一个归纳的结论,没有演绎的理论作为基础,所以严格的说起来摩尔定律只是一个经验,不能称为定律。摩尔定律在过去的四十多年里一直有效,但这并不能保证它在未来几十年里继续有效。

客观世界中几乎所有的指数增长都会转变成S曲线，即指数增长有一定的限制。例如寒武纪物种大爆发之后，一直到现在生物物种再没有发生过那么大的变化。指数增长产生的主要原因是正反馈，但是当指数增长达到一定程度时，正反馈的形成条件必然会被破坏。例如，原子弹爆炸时，裂变的原子核数的增长，导致裂变时释放的中子数量呈指数增长，进而导致裂变的原子核数也呈指数增长，这是一种正反馈。但这种增长使未裂变的原子数急剧减少，所以正反馈的条件被破坏，指数增长也就会停止。

计算机的运算速度呈指数增长的趋势应该也是某种正反馈造成的，而这种指数增长发展到一定程度时，很可能也会破坏这种正反馈的形成条件，使运算速度的指数增长在某个时候停下来。在计算机发展的过程中，涉及很多技术，任何一项技术形成的瓶颈都有可能让摩尔定律失效。我们对于造成计算机的运算速度呈指数增长的正反馈毫无了解，因此无法保证这种正反馈和指数增长会一直持续下去。加里斯对量子计算机的发展前景非常乐观，但现在量子计算机的基本原理还没有成形，所以加里斯的乐观预测也缺少根据。当然我们现在无法预测摩尔定律什么时候失效，也许它失效的时候，人类已经灭绝了。

人工智能进化的过程中，还有两个重要的瓶颈。第一，在知识创新的过程中，提出假说的速度可以无限地加快，但检验假说最终必须依靠实践，这个速度不可能无限提高。所以即使超级人工智能真能比人聪明亿万个亿万倍，它们创造知识的过程也不可能比人快亿万倍，甚至连一百倍都达不到。

第二，如果人工智能只是比人聪明，而不能比人能干，那么它们对人类就既没有意义也没有威胁。那么超级人工智能会不会比人能干呢？在改造和创造简单系统的时候，人类的智能已经基本够用了，超级人工智能的价值和威胁应该体现在改造和创造复杂系统上面，包括复杂的工程系统和社会系统。要想更有效地改造

和创造复杂系统,就必须更有效地预测复杂系统的行为,要想更有效地预测复杂系统的行为就必须建立更有效的系统模型。

现在人类已经建立了很多复杂系统模型,例如世界模型和美国城市模型,但是这些模型预测的结果与实际差别太大,没有多少实用价值。那么超级人工智能是否能建立更有效的系统模型呢?几乎是不能的,有两个原因。

(1)复杂系统一定都有多重反馈,正反馈系统和混沌系统对于小的涨落都非常敏感,所以预测这些系统的行为几乎是不可能的。

(2)人的大脑现在仍然是一个黑箱,这就意味着无法针对人脑建立准确有效的数学模型。在社会这个系统中,每个人都是一个子系统,如果一个系统模型中包含很多不准确的子系统,那么这个模型当然不可能准确。

如果超级人工智能比人聪明亿万个亿万倍,那么也许它们能克服这两个困难。但是只要它们克服不了这两个困难,它们就不会有多少了不起的才干,它们对人类也就构不成太大的威胁。

总而言之,各种可能性都存在,那么说这么多有什么用呢?惊心动魄一番,又回到了原点,还是难得糊涂啊。但笔者认为总有人关心这些事情,危险真的存在,美梦也值得憧憬,真的不是逗你玩。我们在讲科学,虽然科学也有错误,甚至也有闹剧,但我们还是要相信科学,扔掉了科学,我们将一无所有。"女娲补天"剩下的那块石头,在人间游历一番之后,失望而回,但当初不让它下界,它会天天哭嚎。所以,即使所有的预测、担忧、憧憬都是多余的,我们也应该看到它们的意义,以上这些论述至少可以更明确地表明笔者对于广义进化的态度——广义进化是正义的标准。

面对可能性的问题,人们总想问个究竟,但科学家往往无法提供确切的答案。毛泽东也曾经遇到过如何看待可能性的问题,面对20世纪30年代对于中国革命的高潮能够很快到来的可能性,

毛泽东是这样说的："它是站在海岸，遥望海中已经看得见桅杆尖头了的一只航船；它是立于高山之巅，远看东方已见光芒四射、喷薄欲出的一轮朝日；它是躁动于母腹中的快要成熟了的一个婴儿。"用这些话来形容超级人工智能出现的可能性也是非常贴切的。

定义汇总

1. 狭义结构:物体之间或系统各部分之间的空间位置关系。(1.1)

2. 广义结构:物质系统比较稳定的属性。(1.1)

3. 运动:物质结构关于时间的函数。(1.1.2)

4. 生物的生存:就是生物系统的复杂结构处于稳定的状态。(1.1.4)

5. 生物死亡的第一个含义:生物系统的稳定状态发生了很大的变化,生物的复杂结构变成了简单结构、生物的主要功能消失。(1.1.4)

6. 生物死亡的第二个含义:生物的复杂结构变成简单结构过程的开始。(1.1.4)

7. 自觉的行为:以预测为基础的行为。(1.2.3)

8. 盲目的行为:不以预测为基础的行为。(1.2.3)

9. 广义的动力:事物运动变化的原因。(1.2.4)

10. 原因:属于同一事件的多个现象中,在预测时能够了解(包括观察、联想)的现象。(1.2.4)

11. 结果:属于同一事件的多个现象中,预测时不能了解,必须通过逻辑推理才能了解的现象。(1.2.4)

12. 对称性破缺:当一个系统的结构不只存在一种可能性时,任何一种可能性的存在概率的增大都是对称性破缺。(2.2.1)

13. 复杂性(或复杂度):被对称性破缺所否定的可能状态数目的对数。(2.2.1)

14. 复杂化:对称性破缺程度增大的过程。(2.2.1)

15. 有序度:系统功能的总价值。(2.2.2)

16. 不可逆过程:如果有两个变化过程互为逆过程,其中一个以耗散能量为条件,另一个不以耗散能量为条件,那么我们就把这个不以耗散能量为条件的过程称为不可逆过程,或者叫自发的运动过程。(2.3.1)

17. 平衡状态和非平衡状态:对于物质系统的任意两个结构状态 a 和 b,如果它们的熵 $S_a > S_b$,则称 a 为平衡状态,b 为非平衡状态。(2.3.2)

18. 狭义的组织:在人与人之间设置某种责、权、利的关系,或者是指具有这些关系的人群。(2.4.1)

19. 广义的组织:系统有序度增大的过程。(2.4.1)

20. 自组织:如果系统有序化的原因主要是内部的,那么这种有序化就叫自组织。(2.4.1)

21. 控制:人为设计和使用负反馈系统。(4.3)

22. 延迟:系统的变量回到吸引子位置需要的时间。(4.5)

23. 失稳:当扰动极大时系统摆脱负反馈的控制,不能再回到吸引子的位置。(4.5)

24. 失控:如果吸引子是人为设定的,这种失稳就叫失控。(4.5)

25. 势垒:失稳发生时,变量的数值叫做负反馈系统的势垒。(4.5)

26. 科学语言:不会让人产生误解的语言。(5.1.2)

27. 自复制:如果复制的动力是模板的功能,不需要借助外界的复杂系统,则这种复制叫自复制。(5.3.4)

28. 生物适应环境:生物在某种环境下比较稳定,被破坏的速度明显低于新增的速度,能通过指数增长实现数量的突变。(5.3.5)

29. 生命：生命就是一种具有特殊结构且比较稳定的大分子物质，这种结构使它具有在自然条件下通过自复制等正反馈运动维持自身结构存在的功能。(5.3.5)

30. 生命力：依靠自身的功能，保持自身结构存在的能力。(5.3.5)

31. "活的"：第一个定义是在相同的环境条件下，对一种刺激会产生多种反应的物质叫活的物质。第二个定义是所有的有生命的生物都是活的，所有的非生物和死亡了的生物都不是活的。(7.9)

32. 高级：系统有序度较大的状态。(9.2)

33. 上层资源：当生物具备比较高级的功能时才能利用的资源。(9.3)

34. 系统的柔性：随着环境的变化系统的某些结构和功能产生一些可恢复性变化，使系统的其他结构和功能保持稳定的能力，即系统应对环境的能力。(10.1.1)

35. 弹性：系统的某个变量随环境变化的比例关系。(10.1.1)

36. 刺激－反应：物体在与其他物体发生相互作用时的变化。(10.1.1)

37. 生物的柔性：生物在不同的环境条件下使自身某些结构和功能产生一些可恢复性变化，以维持生存的功能。(10.1.1)

38. 生物被动地适应环境：如果生物的输出不改变环境或对环境的改变与生物的生存无关，那么这种输出就是生物被动地适应环境。(10.1.1)

39. 生物改造世界：如果生物改变环境的输出对生物自身有利，这种输出就是生物改造世界。(10.1.1)

40. 与其他物质发生碰撞、挤压和摩擦等受力作用以及温度变化时，生物体当中能发生某种变化并影响生物输出的部分是触觉器官；不同的光线刺激时，生物体当中能发生不同变化并影响生

物输出的部分是视觉器官；空气震动状态变化时，生物体当中能发生不同变化并影响生物输出的部分是听觉器官；空气中的成分变化时，生物体当中能发生不同变化并影响生物输出的部分是嗅觉器官；食物中的成分变化时，生物体当中能发生不同变化并影响生物输出的部分是味觉器官。(10.1.2)

41. 先天联想是通过遗传获得的神经联系；后天联想是不依赖遗传所建立的神经联系。(10.2.1)

42. 非条件反射是包含先天联想的刺激反应；条件反射是包含后天联想的刺激反应。(10.2.1)

43. 广义决策就是能够直接影响行为的神经系统变化；狭义决策是能够直接影响行为的意识变化。(10.2.3)

44. 系统的适应性：系统产生的速度与被破坏的速度之差。(12.2)

45. 系统的稳定性：系统抵抗破坏的能力。(12.2)

46. 狭义进化是生物的复杂化，广义进化是所有物质系统的复杂化。(12.5)

47. 利害：自然选择的主体中能导致客体继续生存的成员叫做对客体有利的成员，简称为利或资源；主体中能导致客体被破坏的成员叫做对客体有害的成员，简称为害。(13.2.1)

48. 趋利避害：如果自然选择的客体能够选择主体成员，主动与有利成员相互作用，主动避免与有害成员相互作用，这种客体的行为叫做趋利避害。(13.2.1)

49. 垃圾：人和生物制造的但不能被人和生物利用的物质。(14.4.4)

50. 广义转录：媒体符号表达为意识的过程。(15.1.1)

51. 广义翻译：人在意识支配下的各种行为，主要是建立社会组织改造世界的过程。(15.1.1)

52. 广义逆转录：把意识表达为文字音像等媒体符号的过程。

(15.1.1)

53. 广义繁殖的第一个含义是媒体符号的复制;广义繁殖的第二个含义包括媒体符号的复制和广义转录;广义繁殖的第三个含义包括媒体符号的复制、广义转录和一部分广义的生长发育(组织的形成和发展)。(15.1.1)

54. 文化基因就是符号系统,包括文字、图纸、模型、音像、程序、磁盘、光盘等。(15.1.1)

55. 文化:所有的人类创造物。(15.1.1)

56. 文明(广义生命系统或广义表型):文化基因之外的所有人类创造物,包括物质文明和精神文明。(15.1.1)

57. 信号是能使人产生联想的物质,符号是人造的容易复制的信号。(15.1.3)

58. 基本遗传物质:指具有自复制功能的最简单结构。(16.1)

59. 扩展遗传物质:指基本遗传物质之外的遗传物质。(16.1)

60. 生物的生长是结构功能相同的细胞增多的过程;生物的发育是功能不同的细胞的分化。(16.1)

61. 社会组织在不改变社会分工形式时规模的扩大叫广义生长;社会组织内部人与人之间的社会分工叫做广义发育。(16.2)

62. 技能:使行为有序的能力,包括生活技能和生产技能。(17.1.1)

63. 人工智能:人造逻辑的检验、预测和创新功能。(17.1.2)

64. 狭义学习:建立与他人相同的意识。(17.1.3)

65. 人才:善于创新和善于使意识有序化的人。(17.2.2)

66. 效应器官:能够对外界事物产生影响以满足主体需要的器官。(17.2.1)

67. 工具:人制造的可以增强人的效应器官功能的物质。

(17.3.2)

68. 权力:一个人的行为意志支配他人行为的可能性。(18.2.2)

69. 管理:提高人类社会组织有序度的方式。(18.4.3)

定理汇总

1. 时间的推进就意味着结构的变化。(1.1.2)

2. 结构决定功能定理:一个系统的特定的结构 A 必然与一个特定的功能集合 B 对应。若任意两个系统的结构相同时,它们的功能一定相同,即当 $A_i = A_j$ 时,必然推出 $B_i = B_j$(i 和 j 是自然数)。(1.2.1)

推论 1:如果两个系统功能不同,那么它们的结构或成分一定不同。(1.2.1)

推论 2:人的生理状态(饥饿、生病等)和心理状态决定人的行为能力。(1.2.2)

推论 3:管理水平决定组织的效率。(1.2.2)

推论 4:后勤决定战斗力。(1.2.2)

3. 人类认识世界的主要方法是寻找物质系统的结构特征与功能之间的对应关系,然后通过观察系统的结构来预测系统的功能。(1.2.3)

4. 人类改造世界的方法是寻找物质系统的结构特征与功能之间的对应关系,然后改变物质的结构以获取人需要的功能。(1.2.3)

5. 波耳兹曼原理的推论 1:在平衡状态下复杂结构出现的概率永远大于零。

波耳兹曼原理的推论 2:复杂结构不容易产生,容易被破坏。

波耳兹曼原理的推论 3:结构复杂化是熵减,结构简单化是熵增。(2.3.3)

6. 万有引力、电磁力、强相互作用和弱相互作用是世界向复

杂的、非平衡的方向进化的动力。(2.3.4)

7. 物质的各种属性都可能是世界向复杂的、非平衡方向进化的动力。(2.3.4)

8. 与简单物质系统相比,在复杂物质系统内部和复杂物质系统之间更容易形成正反馈和负反馈。(2.3.4)

9. 复杂结构是有序之源,即复杂的新结构是产生新功能的必要条件。(2.4.2)

10. 竞争是促进生物和人类社会进化的最主要的动力之一。(3.2.3)

11. 任何一种结构的物质长期存在的条件都是其结构产生的速度大于等于破坏的速度。(5.3.3)

12. 生物产生的充分条件是:

(1) 某种大分子物质的结构使它在自然条件下具有自复制的功能;

(2) 这种结构在自然条件下比较稳定,能通过指数增长实现数量的突变。(5.3.5)

13. 自然条件下的自复制是一切生物产生的必要条件。(5.3.5)

14. 还原主义是人认识自然和社会必需的科学方法。(7.2)

15. 我们能直接观察的任何事物都是幸存的事物。(7.4)

16. 必须满足以下两个条件之一才能说一个行为是有目的的行为:①行为之前主体能够预测行为的效果;②行为之前主体能够选择行为。(7.5)

17. 生物的目的定理:生物具有各种功能的目的都是为了维护自己和后代的生存。

推论:判断生物结构有序度增加的标准是结构的改变是否有利于生物的生存。(7.7)

18. 人生目的定理:生存、繁殖和满足自身的需要是人生活的

目的，是一切人生意义的最终来源。

推论1：自杀是短见。

推论2：一切宣扬来世幸福的学说都是宗教迷信。

推论3：一切让人主动选择死亡的宗教都是邪教。

推论4：世界上永远存在不公平。（8.1）

19. 认识活动的目的是在经验与利益之间建立正确的联想，以便根据已有的经验和假设作出预测和决策。（10.2.3）

20. 自然选择原理（13.1）

大前提：任何一种生物能够在自然界中生存的条件都是这种生物繁殖的速度大于等于死亡的速度。

小前提：生物后代之间存在可遗传的变异；有些变异使生物繁殖的速度大于其他生物，称为具有较大的繁殖能力；有些变异使生物死亡的速度小于其他生物，称为具有较大的生存能力。具有较大的繁殖能力和较大的生存能力的变异都是优势变异，相反的变异则是劣势变异。

结论：劣势的变异容易被淘汰，优势的变异容易生存并留给后代。

21. 生存斗争原理（13.1）

事实一：生存资源是有限的；

事实二：生物繁殖力过剩。

结论：生物后代的绝大部分必然灭亡。

22. 生物进化原理（13.1）

大前提：劣势的变异容易被淘汰，优势的变异容易生存并留给后代；

小前提：生物后代的绝大部分必然灭亡。

结论：劣势的变异必然逐渐被淘汰，优势的变异可获得生存并留给后代。

23. 社会组织的自然选择原理（13.2.1）

大前提：任何一种组织能够生存的条件都是这种组织繁殖的速度大于等于解体的速度；

小前提：组织之间存在可遗传的变异；有些变异使组织繁殖的速度大于其他组织，称为具有较大的繁殖能力；有些变异使组织解体的速度小于其他组织，称为具有较大的生存能力。具有较大的繁殖能力和较大的生存能力的变异都是优势变异，相反的变异则是劣势变异。

结论：社会组织的劣势变异容易被淘汰，社会组织的优势变异容易生存。

24. 社会组织的生存斗争原理(13.2.1)

事实一：组织生存的资源是有限的；

事实二：组织的繁殖力过剩。

结论：绝大部分组织必然解体。

25. 组织进化原理(13.2.1)

大前提：社会组织的劣势变异容易被淘汰，社会组织的优势变异容易生存；

小前提：绝大部分组织必然解体。

结论：社会组织的劣势变异必然逐渐被淘汰，社会组织的优势变异可获得生存。

26. 生物进化和组织进化原理的推论：过度繁殖和生存竞争是生物进化的必要条件，也是社会组织进化的必要条件。(13.2.1)

27. 形成生存竞争的充分条件有四条：过度繁殖，生存资源有限，每个主体获取资源的多少与它的行为方式有关，竞争主体的行为可以改变。(13.2.1)

28. 人类的自然选择原理(13.2.3)

大前提：任何一个人群能够生存的条件都是这个人群中人的新增速度大于等于消亡的速度；

小前提：各个人群后代之间存在可遗传的变异；有些变异使人群中人的新增速度大于其他人群，称为具有较大的繁殖能力；有些变异使人群中人的消亡速度小于其他人群，称为具有较大的生存能力。具有较大的繁殖能力和较大的生存能力的变异都是优势变异，相反的变异则是劣势变异。

结论：人群的劣势变异容易被淘汰，人群的优势变异容易生存并留给后代。

29. 人类的生存斗争原理（13.2.3）

事实一：生存资源是有限的；

事实二：人群繁殖力过剩。

结论：人群后代的绝大部分必然消亡。

30. 人类进化原理（13.2.3）

大前提：人群的劣势变异容易被淘汰，人群的优势变异容易生存并留下后代；

小前提：人群后代的绝大部分必然消亡。

结论：人群的劣势变异必然逐渐被淘汰，人群的优势变异可获得生存。

31. 人本主义定理：人的利益是正义的标准，当人与人之间发生矛盾时，多数人的利益代表正义。（14.1.4）

32. 进化主义定理：进化是正义的标准。（14.1.4）

33. 社会组织的进化是人类社会进化的主要形式。（14.2.1）

34. 高级系统在增加新功能的同时必然丧失一些原有的功能。

推论1：社会上层人物有自己的弱势，下层人物有自己的优势。

推论2：大型社会组织有自己的弱势，小型社会组织有自己的优势。（14.4.1）

35. 每一种复杂系统的存在都以其他很多种系统的存在为条

件。(14.4.2)

36. 检验真理的途径是实践,检验的对象是主体实践前后的经验,检验的标准是主体的利益,检验的价值取向是趋利避害。(15.2.3)

37. 一个民族的文化被同化的进程取决于四个因素的综合作用,这种综合作用可写作公式:

$T = wW - aA - bB - cC - \cdots\cdots$

其中,T代表被同化的百分比,W代表外部同化力量,A代表本民族人口,B代表历史,C代表文化成就,w、a、b、c代表权重系数。(15.3.2)

38. 创意和逻辑是使人类社会不断进化以及进化速度提高的关键。(17.1.2)

39. 科技理论研究和其他文化创作是人类社会不断进化以及加快进化速度的主要方式。(17.1.2)

40. 正确的责、权、利关系是提高组织效率的关键,权力关系是建立责任和利益关系的基本保障。(18.2.2)

41. 语言是人们改变他人行为的最主要方法。(18.3)

42. 任何一个社会,只要它有多个成员组成,经过一段时间的发展,都必然会形成与人为善的社会观念,并且会逐渐占据支配地位。(19.4.4)

参 考 文 献

[1]埃里克·詹奇.自组织的宇宙观[M].曾国屏,吴彤,宋怀时,何国祥,秦文彦译.中国社会科学出版社,1992.15,16,30,48,56,64.

[2]保罗·戴维斯[澳].第五项奇迹——生命起源之探索[M].祝朝伟,胡开宝译.译林出版社,2004.7 – 9.

[3]恩格斯.自然辩证法[M].于光远等译.北京:人民出版社,1984.72,242.

[4]方舟子.寻找生命的逻辑——生物学观念的发展[M].上海交通大学出版社,2005.32,34,55,57,118 – 120,129,131,146 – 148.

[5]冯瑞,冯少彤.溯源探幽——熵的世界[M].科学出版社,2006.30.

[6]弗里德里希·克拉默著.混沌与秩序——生物系统的复杂结构[M].柯志阳、吴彤译.上海科技教育出版社,2000.21 – 30,226,285.

[7]高德.秩序论——象数学及中医哲学理论实质[M].内蒙古人民出版社,2002.13.

[8]桂起权.生命科学的哲学[M].四川教育出版社,2003.95.

[9]韩民青.论恩格斯关于物质形态进化的学说——纪念恩格斯逝世100周年[J].自然辩证法通讯,1995,17(98):22 – 25.

[10]胡皓.自组织理论与社会发展研究[M].上海科技教育出版社,2002.

[11]金观涛.系统的哲学[M].北京:新星出版社,2005.165,

184.
[12][英]卡尔·波普尔. 客观知识——一个进化论的研究[M]. 舒炜光,卓如飞,周柏乔,曾聪明等译. 上海译文出版社, 2005. 60,61,78 - 84,123 - 134,145,189.
[13][加]拉波波特. 世界系统观念:一般系统研究的!(积分)标记(英)[J]. 闵家胤译. 系统辩证学学报,2002,(1):94 - 96.
[14]李建会. 生命科学哲学[M]. 北京师范大学出版社,2006. 62 - 63.
[15]李建会. 与真理为友:现代科学的哲学追思[M]. 上海科技教育出版社,2002. 30 - 37
[16]列宁选集. 第2卷[M]. 北京,人民出版社,1972. 712.
[17]刘丁. 自动控制理论[M]. 北京:机械工业出版社,2006. 1 - 4.
[18]马克思,恩格斯. 马克思恩格斯选集,第四卷. 第二版. 北京:人民出版社,1995. 372.
[19]马克思,恩格斯. 马克思恩格斯选集,第三卷[M]. 北京:人民出版社,1972. 120
[20]闵家胤. 广义进化研究的意义[J]. 系统辩证学报,2004,12,(02):13 - 15.
[21]闵家胤. 进化的多元论——系统哲学的新体系[M]. 北京:中国社会科学出版社,1999. 274,376 - 378.
[22]欧文·拉兹洛. 进化——广义综合理论[M]. 闵家胤译. 北京,科学技术文献出版社,1986. 1.
[23][美]斯蒂芬·杰·古尔德. 自达尔文以来——自然史沉思录[M]. 北京:生活·读书·新知三联书店,1997. 23,33,119,127,233.
[24]陶同. 进化的宇宙[M]. 第2版. 北京,经济日报出版社,2004. 自序,21.

[25]田洺. 进化是进步吗? [J]. 自然辩证法通讯,1996,18(103):71-75.

[26]万海清. 生命科学概论[M]. 北京:化学工业出版社,2001:3,29,40.

[27]王姝彦. 科学与哲学的完美结合——恩斯特·迈尔的科学与哲学思想初探[J]. 科学技术与辩证法,2003,20(04):58-64.

[28]王贻志,周锦尉. 国外社会科学前沿 2003 [M]. 上海:上海社会科学院出版社,2004. 265-274.

[29]吴舒辞. 自动控制技术[M]. 北京:中国林业出版社,2000. 1.

[30][法]雅克·莫诺. 偶然性和必然性——略论现代生物学的自然哲学[M]. 上海外国自然科学哲学著作编译组译. 上海:人民出版社,1977. 87.

[31]杨汝生等. 生命之谜[M]. 时事出版社,2006. 30.

[32][美]雨果·德·加里斯. 智能简史——谁会替代人类成为主导物种[M]. 胡静译. 北京:清华大学出版社,2007. 2,29-31,39,52-73,194,228,229.

[33]翟文明. 人一生要掌握的 60 个生活法则[M]. 北京:中国戏剧出版社,2005. 34,111.

[34]张建树,管忠,于学文. 混沌生物学[M]. 第二版. 北京:科学出版社,2006. 2-4.

[35]郑维敏. 正反馈[M]. 北京:清华大学出版社,1998. Ⅰ-Ⅲ.

[36]Joy B. why the future doesn't need us. Wired,2000. (4).